Comune di Lacchiarella

Città Metropolitana di Milano

Regione Lombardia

Proponente

APTO ITALIA S.R.L.

Oggetto

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN DATACENTER IN COMUNE DI LACCHIARELLA - INSTALLAZIONE DI GRUPPO ELETTROGENI DI EMERGENZA DI POTENZA COMPLESSIVA SUPERIORE A 150 MWt

Titolo elaborato

Istanza di Valutazione di Impatto Ambientale

Studio di Impatto Ambientale

Analisi della resilienza dell'opera ai cambiamenti climatici

DIEFFE AMBIENTE
Consulenza e ingegneria
Via G. B. Pergolesi, 8 – 20124 Milano
Tel. 02 70005491 – Fax 02 70009022
E_mail: info@dfambiente.it
Web: www.dfambiente.it

Ing. LUCA DEL FURIA
Albo dell'ordine degli ingegneri della provincia di Milano n 18300

Relazione: P449_R054_24 25 ottobre 2024

Firmato digitalmente da:
Del Furia Luca
Firmato il 20/12/2024 19:24
Seriale Certificato: 3958964
Valido dal 28/10/2024 al 28/10/2027
InfoCamere Qualified Electronic Signature CA

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
1	25.10.2024	EMISSIONE PER VIA	EC	MVS	LDF

INDICE

1 PREMESSA E CONTENUTO DEL DOCUMENTO 3

2 ASPETTI METODOLOGICI 4

2.1 PRE-SCREENING 4

2.2 SCREENING 5

2.3 VERIFICA APPROFONDITA 6

2.3.1 ANALISI DELLA PROBABILITÀ 6

2.3.2 ANALISI DELL'IMPATTO 7

2.3.3 VALUTAZIONE DEI RISCHI 7

2.3.4 MISURE DI ADATTAMENTO 7

3 DEFINIZIONE DEL CONTESTO DI ANALISI: AMBITO TERRITORIALE DI RIFERIMENTO 9

4 ANALISI CLIMATICA 11

4.1 LO STATO ATTUALE DEL CLIMA IN LOMBARDIA 11

4.1.1 NOTTI TROPICALI 11

4.1.2 GIORNI ESTIVI 12

4.1.3 GIORNI DI GELO 13

4.1.4 R20 – GIORNI DI PIOGGIA INTENSA 14

4.2 FUTURI CLIMATICI POSSIBILI 15

4.2.1 TEMPERATURA 16

4.2.2 PRECIPITAZIONE 19

4.2.3 RADIAZIONE SOLARE 21

4.2.4 VENTO 23

4.3 CAMBIAMENTO CLIMATICO 24

4.3.1 TEMPERATURA 25

4.3.2 PRECIPITAZIONE 29

4.3.3 RADIAZIONE SOLARE 33

4.3.4 VENTO 35

5 VERIFICA CLIMATICA DELL'OPERA 37

5.1 PRE SCREENING 37

5.1.1 TEMPERATURA 38

5.1.1.1 Analisi dell'esposizione 38

5.1.1.2 Analisi di sensibilità 40

5.1.1.3 Analisi della vulnerabilità 40

5.1.2 VENTI 41

5.1.2.1 Analisi dell'esposizione 41

5.1.2.2 Analisi di sensibilità 42

5.1.2.3 Analisi della vulnerabilità 42

5.1.3 ACQUE *43*
5.1.3.1 Analisi dell'esposizione *43*
5.1.3.2 Analisi di sensibilità *45*
5.1.3.3 Analisi della vulnerabilità *45*
5.2 MISURE DI ADATTAMENTO 46
6 CONCLUSIONI 47
7 BIBLIOGRAFIA 48

1 PREMESSA E CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Il presente documento contiene l'approfondimento dell'**analisi della resilienza dell'opera ai cambiamenti climatici,** relativo all'installazione di gruppi elettrogeni di emergenza a servizio di un nuovo Datacenter in Comune di Lacchiarella (MI) in corso di progettazione.

La resilienza rappresenta la capacità dell'infrastruttura di resistere e adattarsi, con relativa tempestività, alle mutevoli condizioni che si possono verificare, sia a breve che a lungo termine, a causa dei cambiamenti climatici.

Il presente documento si articola in:

- Descrizione degli aspetti metodologici sulla base delle indicazioni riportate negli "Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima (2021/C 373/01)" (Capitolo 2);
- Definizione del contesto di analisi (Capitolo 3);
- Analisi climatica redatta sulla base della consultazione dell'Allegato 2 del PREAC di Regione Lombardia (DGR 7553 del 15/12/2022) (Capitolo 4);
- Verifica climatica dell'opera facendo riferimento ai pericoli climatici riportati nel paragrafo 2 dell'Appendice 2 – "Criteri DNSH generici per l'adattamento ai cambiamenti climatici" di cui alla Circolare MEF 22/2024 (Capitolo 5).

2 ASPETTI METODOLOGICI

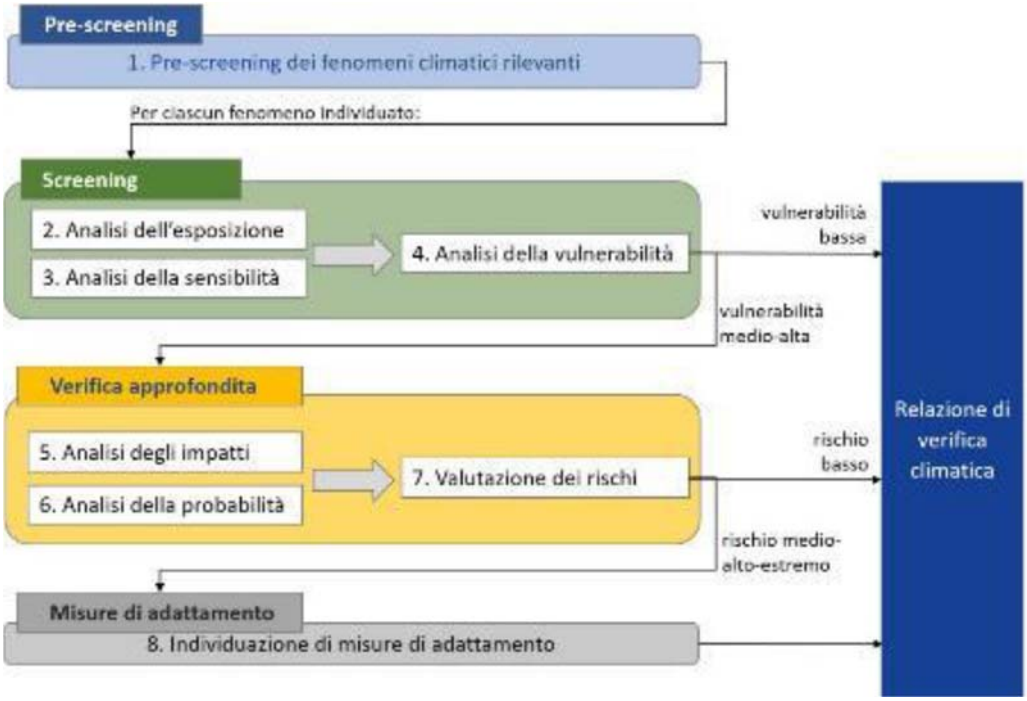
La metodologia utilizzata per la verifica di resilienza climatica è quella descritta dagli "Orientamenti tecnici per infrastrutture a prova di clima (2021/C 373/01)".

La **verifica di resilienza climatica** mira a garantire un livello adeguato di resilienza dell'infrastruttura ai fenomeni e pericoli legati al clima nel corso del suo intero ciclo di vita, includendo eventi estremi come nubifragi, alluvioni, frane, siccità, ondate di calore e di freddo, nonché eventi cronici come le variazioni delle precipitazioni medie, delle temperature medie, ecc.

Per raggiungere questo obiettivo, il processo di verifica di resilienza è condotto in tre fasi di approfondimento (*pre-screening, screening e verifica approfondita*), finalizzate ad individuare i rischi climatici significativi per il progetto e le opportune misure di adattamento mirate a ridurre il rischio residuo a un livello accettabile.

Nei seguenti paragrafi vengono descritte le tre fasi di approfondimento utili ad individuare i rischi climatici e le eventuali misure di adattamento che sono rappresentati nel seguente schema di flusso.

Figura 2-1 Le fasi della verifica climatica per il pilastro della resilienza.



2.1 PRE-SCREENING

La fase di *pre-screening* è funzionale all'identificazione dei fenomeni climatici di interesse per l'intervento/il contesto oggetto di valutazione. È, infatti, evidente che, in base al territorio di riferimento, non tutti i fenomeni climatici attesi siano significativi e di interesse.

La classificazione dei fenomeni e pericoli legati al clima operata dal Regolamento delegato (UE) 2021/2139 del 04.06.2021 e riportati nell'Appendice 1 della GUIDA OPERATIVA PER IL RISPETTO DEL PRINCIPIO DI NON ARRECARE DANNO SIGNIFICATIVO ALL'AMBIENTE (cd. DNSH) edizione n. 22 del 14 maggio 2024, include un elenco ampio di fenomeni sia di tipo cronico che acuto, mostrati in Tabella 2-1.

A partire da questo elenco, in prima battuta, si procede con una selezione dei fenomeni/pericoli che con maggiore probabilità potranno risultare significativi.

Tabella 2-1 - Classificazione dei pericoli legati al clima

	Temperatura	Venti	Acque	Massa solida
Cronici	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	Cambiamento del regime dei venti	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Erosione costiera
	Stress termico		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Degradazione del suolo
	Variabilità della temperatura		Acidificazione degli oceani	Erosione del suolo
	Scongelamento del permafrost		Intrusione salina	Soliflusso
			Innalzamento del livello del mare	
			Stress idrico	
Acuti	Ondata di calore	Ciclone, uragano, tifone	Siccità	Valanga
	Ondata di freddo/gelata	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Frana
	Incendio di incolto	Tromba d'aria	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	Subsidenza
			Collasso di laghi glaciali	

2.2 SCREENING

La fase di *screening* prevede un'analisi speditiva e qualitativa per valutare il grado di vulnerabilità agli effetti dei cambiamenti climatici. Tale analisi è suddivisa in tre fasi che comprendono:

- La valutazione dell'**esposizione**, che ha l'obiettivo di individuare i pericoli pertinenti per l'ubicazione prevista per il progetto, indipendentemente dal tipo di progetto. Essa deve considerare il clima attuale e il clima futuro. Le proiezioni climatiche e gli studi alla base dei modelli costituiscono il punto di partenza per l'analisi dell'esposizione attuale e futura, necessaria per determinare i pericoli climatici legati alla localizzazione dei progetti infrastrutturali oggetto di verifica climatica. Tale valutazione è stata fatta utilizzando gli scenari climatici elaborati da ARPA Lombardia nell'Allegato 2 – "Rapporti sugli indici e le proiezioni climatiche per la rappresentazione dei cambiamenti climatici attesi – Supporto alla pianificazione regionale in ambito PREAC".

  L'analisi del rischio e la relativa costruzione di specifici scenari degli impatti attesi (per le diverse sorgenti di pericolo), passa necessariamente attraverso la caratterizzazione della pericolosità attuale e la valutazione delle sue future variazioni, connesse al variare degli indicatori dei cambiamenti climatici.
- L'analisi della **sensibilità**, che ha l'obiettivo di individuare i pericoli climatici pertinenti per il tipo di progetto specifico indipendentemente dalla sua ubicazione. Per ciascun pericolo climatico di interesse, è quindi necessario valutare il progetto per quanto riguarda le sue caratteristiche strutturali, le attività e funzioni che sono insediate all'interno dell'infrastruttura, l'utilizzo di risorse strategiche quali ad esempio acqua ed energia, il collegamento di accesso e di trasporto, la presenza di soggetti sensibili, ecc..

Per ciascun pericolo climatico di interesse si attribuirà un punteggio di sensibilità «alta» (il pericolo climatico può avere un impatto significativo sull'attività e i collegamenti di trasporto), «media» (il pericolo climatico può avere un leggero impatto sull'attività e sui collegamenti di trasporto) o «bassa» (il pericolo climatico non ha alcun impatto oppure tale impatto è insignificante).

- la valutazione della **vulnerabilità** che è finalizzata ad individuare i rischi climatici pertinenti per il progetto e nel luogo previsto per lo stesso. La vulnerabilità è quindi determinata dalla combinazione dei due aspetti analizzati in precedenza: il grado di sensibilità delle componenti del progetto ai pericoli climatici in generale (sensibilità) e la probabilità che questi pericoli si verifichino ora e in futuro nel luogo prescelto per il progetto (esposizione). Uno strumento a supporto della valutazione della vulnerabilità per ciascun fenomeno climatico è rappresentato nella Tabella 2-2 . Nel caso in cui il livello di vulnerabilità sia alto o medio, si prosegue con la verifica approfondita; nel caso in cui la vulnerabilità sia bassa, la verifica di resilienza non prosegue con gli step successivi.

Tabella 2-2 - Schema per la valutazione della vulnerabilità, a partire dal livello di esposizione e di sensibilità, per ciascun fenomeno climatico

Analisi della vulnerabilità		Livello di esposizione		
		Alta	Media	Bassa
Livello di sensibilità	Alta			
	Media			
	Bassa			

Legenda:

	Vulnerabilità alta
	Vulnerabilità media
	Vulnerabilità bassa

2.3 VERIFICA APPROFONDITA

La **verifica approfondita** deve essere sviluppata solo nel caso in cui dalla fase di screening emerga un valore di vulnerabilità **medio** o **alto** per un determinato fenomeno climatico e che è funzionale a individuare il grado di rischio cui è soggetto l'intervento.

L'obiettivo della verifica approfondita è di dettagliare le valutazioni effettuate in fase di screening integrando, ove disponibili, elementi quantitativi in relazione sia ai fenomeni climatici (probabilità di accadimento) che in relazione alla tipologia di progetto (potenziali impatti). L'esito della verifica approfondita permette di individuare misure di adattamento coerenti con i potenziali impatti individuati e con il livello di rischio valutato.

I passi della verifica approfondita sono descritti nei paragrafi seguenti.

2.3.1 ANALISI DELLA PROBABILITÀ

L'analisi della probabilità ha l'obiettivo di esaminare il grado di probabilità che i fenomeni climatici individuati si verifichino entro un determinato lasso di tempo (ovvero la vita utile del progetto) partendo dai dati e dalle informazioni disponibili e già descritte per l'analisi dell'esposizione e considerando i dati e le proiezioni relative al clima.

L'esito di questa fase di analisi è espresso in una possibile frequenza di accadimento di ciascun fenomeno climatico nel territorio di interesse e nel periodo di vita dell'infrastruttura (Classi: *Quasi certa, Probabile, Moderata, Improbabile, Rara*).

2.3.2 ANALISI DELL'IMPATTO

L'analisi dell'impatto ha l'obiettivo di esaminare le conseguenze derivanti dal verificarsi del pericolo climatico in termini di gravità ed entità ed è direttamente correlata alle caratteristiche dell'intervento già analizzate nell'analisi di sensibilità.

Le conseguenze vengono valutate in riferimento ai diversi settori di rischi (esempio: danni alle attività e funzionamento, sicurezza e salute, impatti ambientali, impatti sociali, danni economici, rischio per la reputazione, impatto sul patrimonio culturale).

L'esito dell'analisi di questa fase sarà espresso in un livello di impatto per ciascun fenomeno climatico per ciascun elemento sensibile a quel fenomeno (*Catastrofico, Grave, Moderato, Lieve, Insignificante*).

2.3.3 VALUTAZIONE DEI RISCHI

A partire dagli esiti dell'analisi dell'impatto e dell'analisi della probabilità si può pervenire alla valutazione dei rischi, volta a fornire una valutazione globale del progetto per individuare i potenziali rischi più significativi e quelli per cui si rende necessaria l'adozione di misure di adattamento.

Uno strumento a supporto della valutazione dei rischi per ciascun fenomeno climatico è rappresentato nella Tabella 2-3. Nel caso in cui il livello di rischio sia almeno medio, si prosegue con l'identificazione di misure di adattamento.

Tabella 2-3 - Schema per la valutazione del rischio, a partire dal livello di probabilità e di impatto, per ciascun fenomeno climatico

Valutazione dei rischi		Livello di probabilità				
		Quasi certa	Probabile	Moderata	Improbabile	Rara
Livello di impatto	Catastrofico					
	Grave					
	Moderato					
	Lieve					
	Insignificante					

Legenda:

	Rischio estremo
	Rischio alto
	Rischio medio
	Rischio basso

2.3.4 MISURE DI ADATTAMENTO

Se l'intervento presenta rischi climatici significativi (livello di rischio medio o superiore), questi devono essere gestiti e ridotti a un livello accettabile; le misure di adattamento possono essere, comunque, eventualmente individuate anche in presenza di rischio basso, in coerenza con gli elementi emersi dalla valutazione.

Partendo dalle analisi descritte per le fasi precedenti, dovranno essere individuate misure di adattamento che vadano ad incidere sulla riduzione del rischio, inserendo quindi opportune configurazioni o accorgimenti progettuali finalizzati a tale obiettivo. Tali misure possono essere di tipo strutturale, ma anche non strutturale.

Tra le misure *strutturali* (in fase di progettazione) figurano:

- la modifica della progettazione o delle specifiche delle attività materiali e delle infrastrutture;
- l'adozione di soluzioni alternative o migliori.

Tra le misure *non strutturali* (in fase di gestione) figurano:

- programmi rafforzati di monitoraggio per la valutazione dei rischi climatici;
- piani di risposta di emergenza;
- attività di formazione del personale e di trasferimento delle competenze;
- soluzioni finanziarie come l'assicurazione contro i rischi climatici.

Le misure di adattamento possono avere un effetto sinergico sulla risposta a più fenomeni climatici, oppure essere funzionali a rispondere a un fenomeno climatico e non a un altro.

Sono disponibili diverse fonti e cataloghi di buone pratiche. Alcune misure di adattamento possono essere già prescritte o suggerite dagli strumenti di pianificazione e regolamentazione vigenti nell'area di interesse.

3 DEFINIZIONE DEL CONTESTO DI ANALISI: AMBITO TERRITORIALE DI RIFERIMENTO

L'area oggetto di intervento (denominata "il sito") è ubicata nella zona nord-occidentale del comune di Lacchiarella (Città Metropolitana di Milano). Il sito corrisponde alla porzione privata dell'area individuata come "Comparto H2a", che corrisponde alla parte nord-est di un più ampio comparto, di superficie complessiva di poco più di 55 ettari, definito dal vigente PGT – Documento di Piano, come ambito di trasformazione - AT "H1 – H2", che si sviluppa attorno al centro commerciale "Il Girasole", fino a raggiungere l'affaccio sulla SP40, nella sua parte sud-ovest.

Il sito è attualmente libero da costruzioni ed è utilizzato come semplice seminativo (risaia). Il territorio circostante è prevalentemente agricolo e sono presenti numerosi canali, utilizzati principalmente per l'irrigazione, che attraversano i campi circostanti. Alcune specie arboree/arbustive "ad es. robinia, pioppo, farnia...) crescono lungo i canali, creando le cosiddette formazioni ripariali. In contrasto con questo contesto agricolo, l'area adiacente al sito è caratterizzata dalla presenza dell'area commerciale denominata "Il Girasole".

Nella figura seguente viene illustrata la posizione del sito e una panoramica dell'area.

Figura 3-1 – Localizzazione del sito e Inquadramento territoriale dell'area di intervento (in rosso il sito)

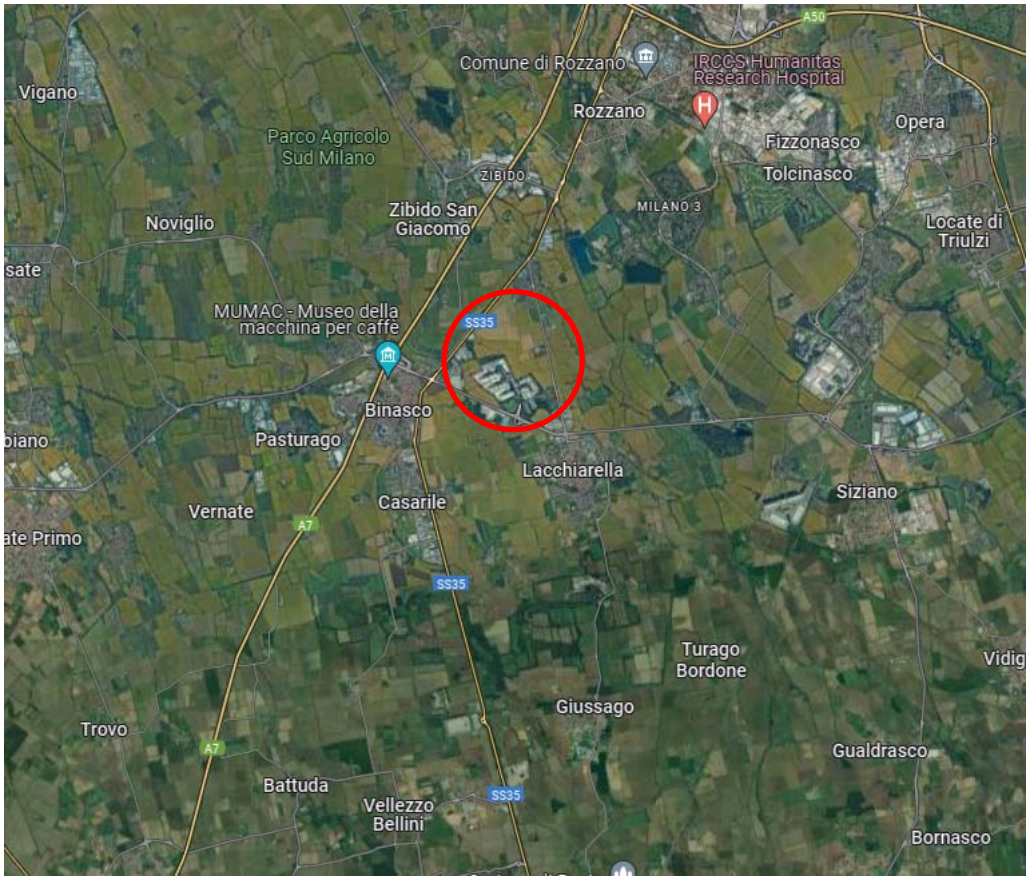


Figura 3-2 – Area fondiaria del comparto H2a

4 ANALISI CLIMATICA

Quanto riportato nel seguito è stato tratto dal documento "Rapporto sugli indici e le proiezioni climatiche per la rappresentazione dei cambiamenti climatici attesi - Supporto alla pianificazione regionale in ambito PREAC" di ARPA Lombardia.

L'obiettivo dell'analisi è quello di avere elementi utili alla definizione, per lo specifico contesto, dei livelli di esposizione ai differenti rischi climatici.

4.1 LO STATO ATTUALE DEL CLIMA IN LOMBARDIA

Come riportato da ARPA nell'Allegato 2 al PREAC, in estrema sintesi, lo stato attuale del clima in Lombardia mostra che:

- **Le temperature medie annue** sono progressivamente aumentate in tutte le stazioni di monitoraggio del clima con un incremento medio di 0,5°C ogni 10 anni;
- **Gli indici climatici** relativi alle notti tropicali (TR), giorni estivi (SU) e giorni di gelo (FD) mostrano andamenti uniformi coerenti con un complessivo riscaldamento del clima e una differenza pianura-montagna (maggior riscaldamento invernale in montagna, maggior riscaldamento estivo in pianura);
- **Le precipitazioni** non mostrano una chiara tendenza, né lo fanno gli indici climatici relativi alle precipitazioni intense (R20).

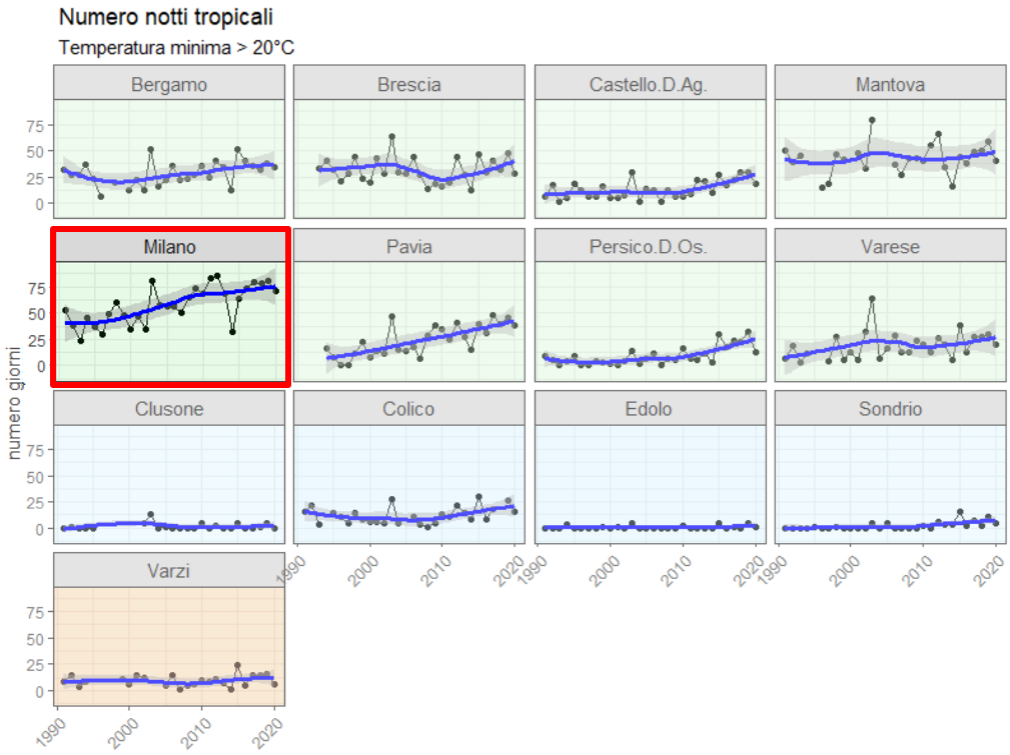
Con i successivi paragrafi sono analizzati alcuni dei più utili e semplici indicatori climatici basati su rilevazioni di temperatura minima e massima giornaliera (in evidenza la stazione di Milano).

4.1.1 NOTTI TROPICALI

Il numero di notti tropicali rientra nella categoria di indicatori climatici orientati al conteggio del numero annuale di superamenti di una determinata soglia. Nel caso in questione è stata fissata una soglia di temperatura minima giornaliera di 20 °C, al fine di caratterizzare severità e lunghezza della stagione estiva dell'anno per cui l'indicatore è calcolato.

Dal grafico della stazione di Milano di seguito riportato, risulta evidente una tendenza all'aumento del numero di notti tropicali; si passa da medo di 50 giorni intorno al 1990, fino ad arrivare a poco circa 75 giorni nel 2020.

Figura 4-1 Numero di notti tropicali. Dati provenienti da rilevazioni di temperatura minima giornaliera. Evidenziata in rosso la stazione di Milano.

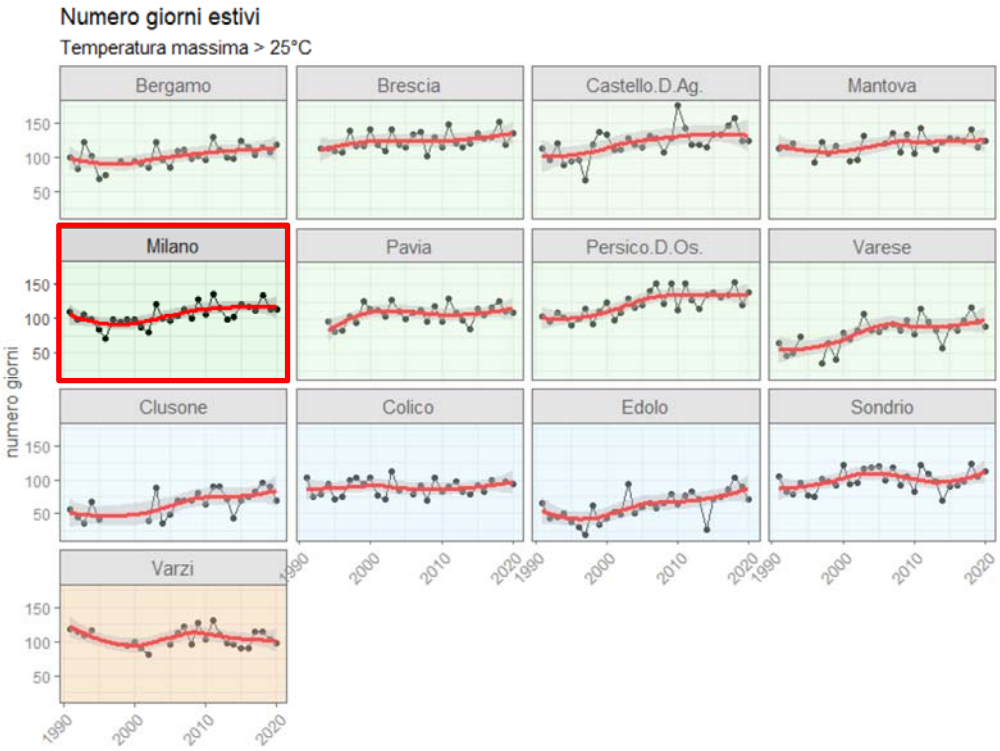


4.1.2 GIORNI ESTIVI

Il numero di giorni estivi viene ottenuto valutando il superamento di soglia di temperatura massima giornaliera posto a 25 °C.

Come mostra il grafico di seguito riportato, i risultati per la località di Milano evidenziano una generale tendenza di aumento dell'indicatore. Mediamente si registrano circa 130 giorni estivi.

Figura 4-2 Numero di giorni estivi. Dati provenienti da rilevazioni di temperatura massima giornaliera. Evidenziata in rosso la stazione di Milano

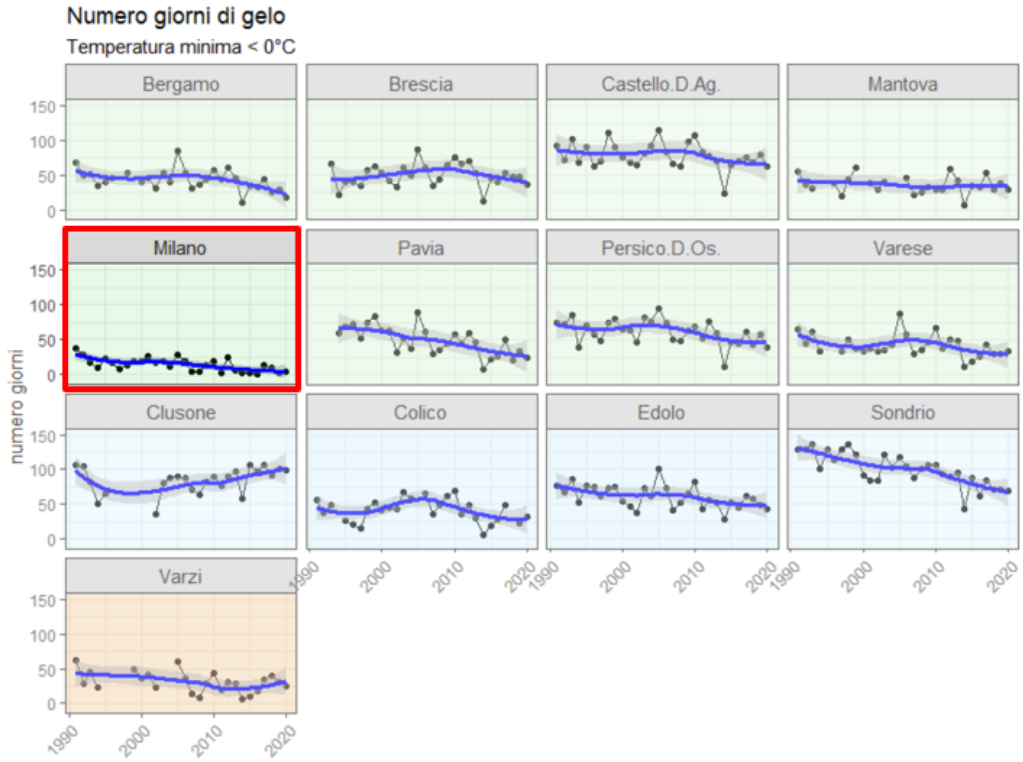


4.1.3 GIORNI DI GELO

L'indicatore viene calcolato conteggiando il numero di giorni con temperatura minima inferiore a 0°C, ed è utilizzato principalmente per la valutazione della lunghezza della stagione invernale dell'anno per cui è calcolato.

Il cambiamento climatico in corso porta ad un generale aumento delle temperature minime, e sono quindi evidenti le motivazioni che portano la località di Milano ad avere una tendenza di costante diminuzione dell'indicatore. Infatti, si passa dall'avere circa 40 giorni di gelo fino agli anni 2000 a poco più di zero giorni di gelo nell'ultimo decennio.

Figura 4-3 Numero di giorni di gelo. Dati provenienti da rilevazioni di temperatura minima giornaliera. Evidenziata in rosso la stazione di Milano

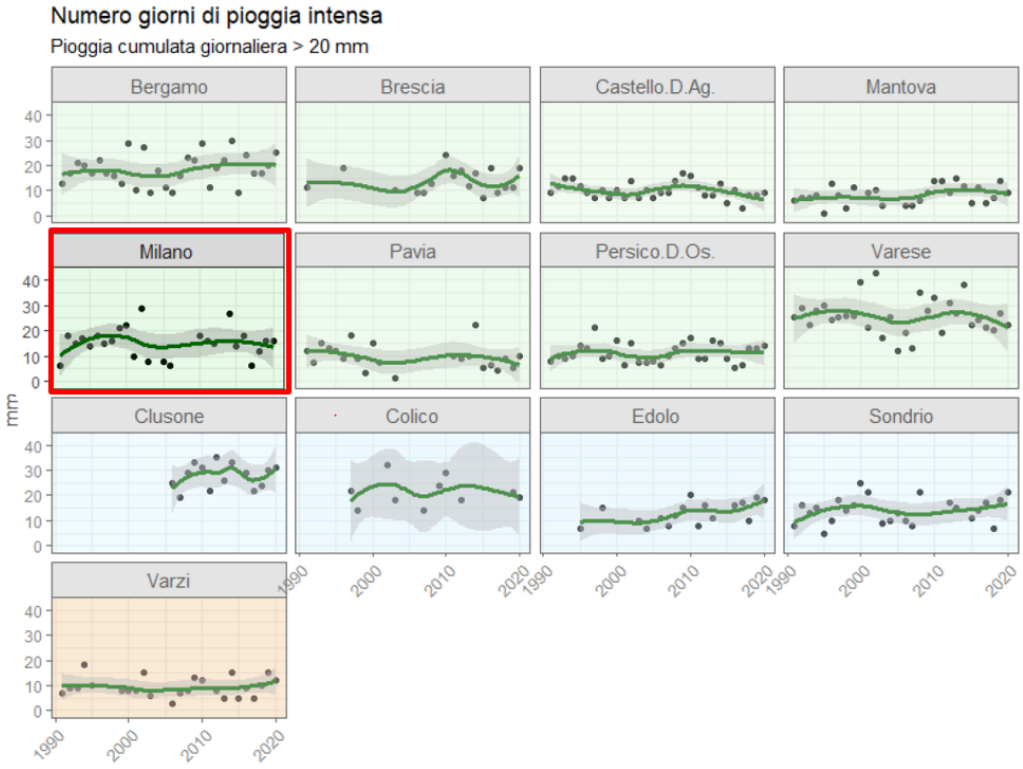


4.1.4 R20 – GIORNI DI PIOGGIA INTENSA

Nel presente paragrafo viene presentato un indicatore utile all'individuazione di una possibile tendenza riguardo gli eventi di pioggia intensa, raccolti annualmente come numero di giorni in cui la cumulata giornaliera ha superato i 20 mm.

Dal grafico sotto riportato si evidenzia che per la località di Milano vi è un leggero aumento degli eventi di pioggia intensa.

Figura 4-4 Numero di giorni di pioggia intensa. Dati provenienti da rilevazioni di precipitazione cumulata giornaliera. Evidenziata in rosso la stazione di Milano



4.2 FUTURI CLIMATICI POSSIBILI

Di seguito sono riportati i possibili scenari climatici futuri valutati da ARPA Lombardia attraverso gli indici climatici di temperatura, precipitazione radiazione solare e vento.

Facendo riferimento al caso specifico, sono stati analizzati gli scenari rappresentativi della zona della pianura padana e, più nel dettaglio, della provincia di Milano.

I dati dei singoli modelli sono stati integrati nel tempo per costruire le medie ventennali dei periodi di riferimento scelti, ovvero:

- **1986-2005** – periodo storico climatologico;
- **2021-2040** – periodo vicino di proiezione;
- **2041-2060** – periodo medio di proiezione;

Figura 4-5 Periodi di riferimento per il calcolo delle medie ventennali dei dati dei modelli di simulazione climatica.

Nel seguito sono analizzate le variabili climatiche essenziali (temperatura, precipitazione, radiazione solare e vento) e la loro variazioni in base agli scenari **RCP4.5** ("Forte mitigazione" – assume la messa

in atto di alcune iniziative per controllare le emissioni. Sono considerati scenari di stabilizzazione: entro il 2070 le emissioni di CO2 scendono al di sotto dei livelli attuali e la concentrazione atmosferica si stabilizza, entro la fine del secolo, a circa il doppio dei livelli preindustriali) e **RCP8.5** (comunemente associato all'espressione "Business-as-usual", o "Nessuna mitigazione" – crescita delle emissioni ai ritmi attuali. Tale scenario assume, entro il 2100, concentrazioni atmosferiche di CO2 triplicate o quadruplicate (840-1120 ppm) rispetto ai livelli preindustriali (280 ppm).

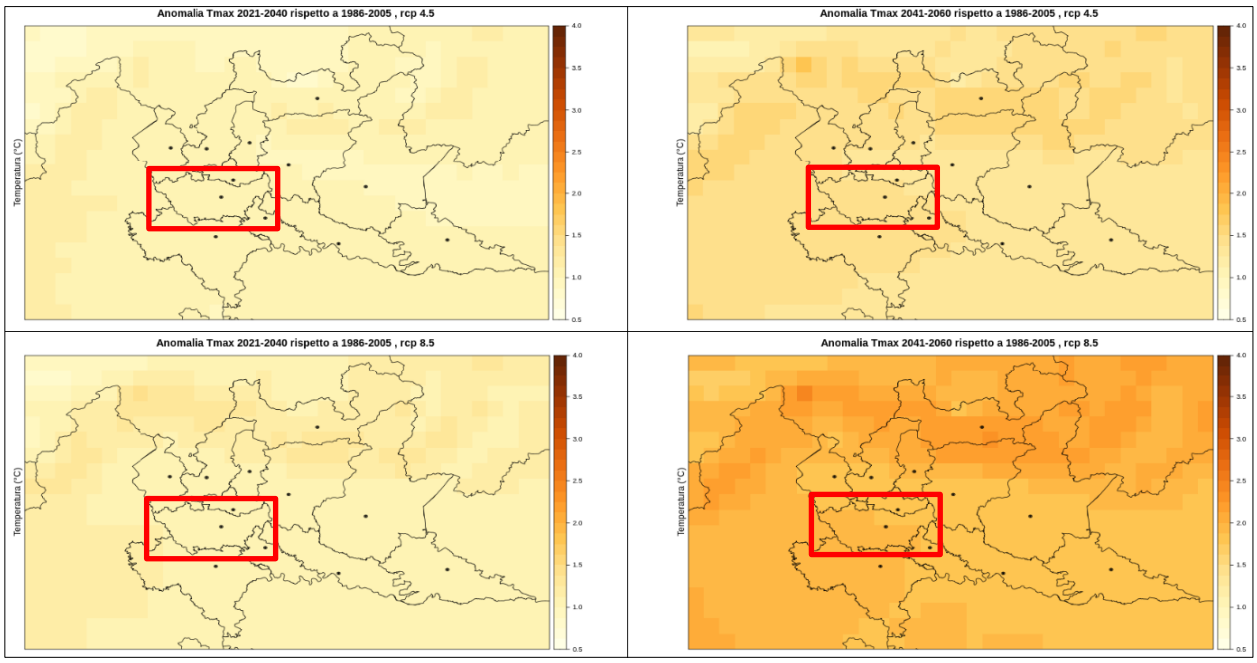
4.2.1 TEMPERATURA

La variabile climatica essenziale temperatura (ECV tas) consente di identificare la tendenza climatica più evidente legata alle modifiche attese in futuro in relazione all'aumento della concentrazione dei GHG. Di tale variabile, sono disponibili le massime e le minime giornaliere, che sono state analizzate e raggruppate nei periodi climatici scelti identificando la media climatologica di riferimento.

Nel presente paragrafo vengono riportate le mappe che consentono una migliore identificazione dei fenomeni più rilevanti nella provincia di Milano.

Oltre alla rappresentazione delle variabili climatiche, è opportuno riferirsi alle anomalie, definite come la differenza algebrica tra lo scenario e il periodo climatico di interesse rispetto allo scenario climatico di riferimento (1986-2005).

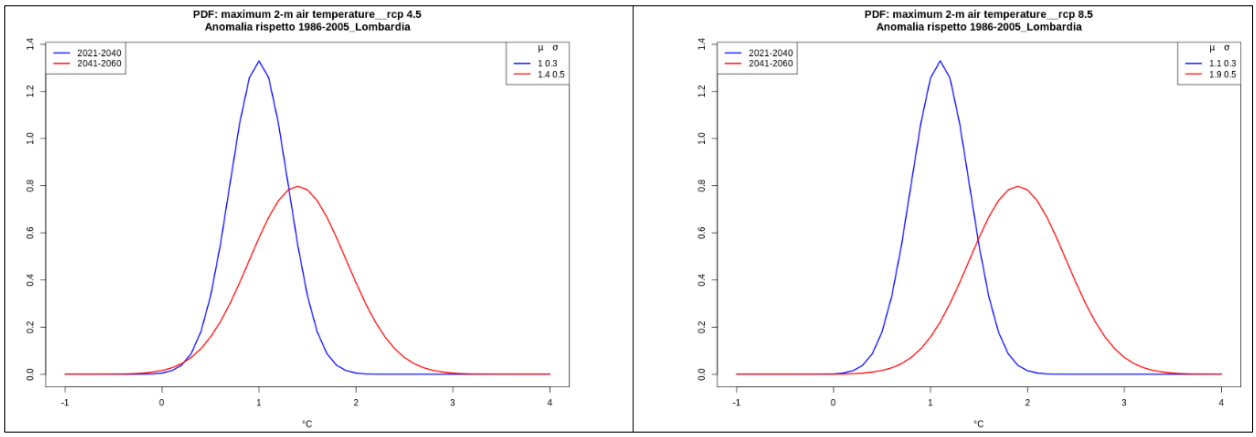
*Figura 4-6 Anomalia della **temperatura massima giornaliera** per gli scenari RCP4.5 (sopra) e RCP8.5 (sotto) rispetto al periodo climatico di riferimento (1986-2005) per il periodo vicino (2021-2040) e medio (2041-2060). In rosso la provincia di Milano*



La Figura 4-6 mostra che, nella provincia di Milano, il segnale climatico è simile nello scenario RCP4.5: si passa da un incremento di 1°C nel periodo vicino ad un incremento di circa 1,5°C nel periodo medio.

Per lo scenario RCP8.5 invece, l'incremento previsto nel periodo vicino è di circa 1°C, mentre nel periodo medio è di circa 2°C.

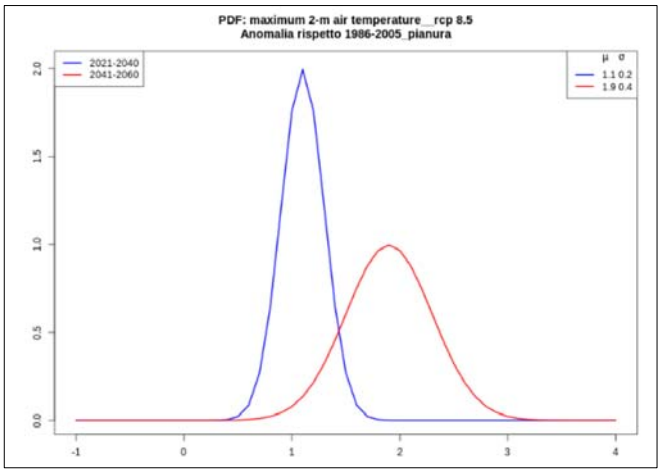
*Figura 4-7 Distribuzione statistica dell'anomalia della **temperatura massima giornaliera** sul territorio regionale per gli scenari RCP4.5 (sinistra) e RCP8.5 (destra).*



La temperatura massima giornaliera, nello scenario RCP4.5, mostra un incremento generalizzato su tutto il territorio regionale intorno 1°C nel periodo vicino, tendente a 1,5°C nel periodo medio. Nello scenario RCP8.5 si conferma l'entità dell'incremento nel periodo vicino, mentre nel periodo medio la previsione è di circa + 2°C.

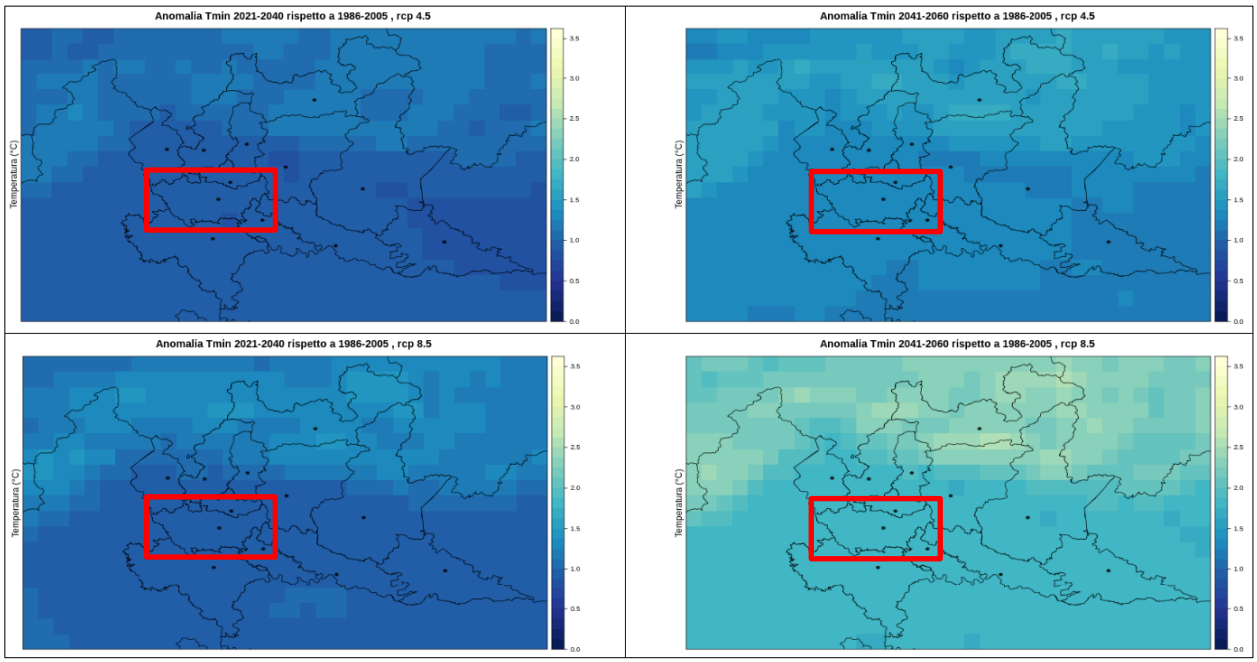
Più nello specifico, si riporta lo scenario RCP8.5 previsto per le sole aree pianeggianti.

*Figura 4-8 Distribuzione statistica dell'anomalia della **temperatura massima giornaliera** nell'area di **pianura** per lo scenario RCP8.5.*



Nella Figura 4-9 si riporta l'anomalia della temperatura minima giornaliera (rappresentativa del periodo notturno) per gli scenari RCP4.5 e RCP8.5.

*Figura 4-9 Anomalia della **temperatura minima giornaliera** per gli scenari RCP4.5 (sopra) e RCP8.5 (sotto) rispetto al periodo climatico di riferimento (1986-2005) per il periodo vicino (2021-2040) e medio (2041-2060). In rosso la provincia di Milano*

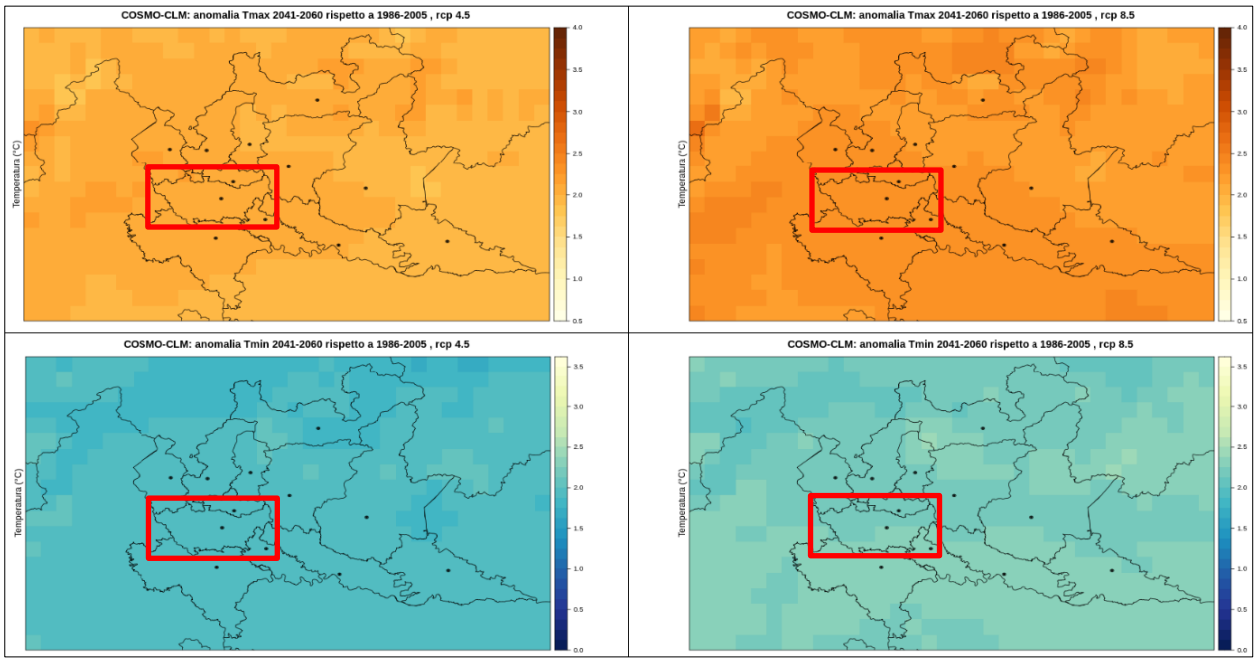


Nella provincia di Milano, il segnale climatico è simile nello scenario RCP4.5: si passa da un incremento di 1°C nel periodo vicino ad un incremento di circa 1,3°C nel periodo medio.

Nello scenario RCP8.5, invece, l'incremento previsto nel periodo vicino è di circa 1°C, mentre nel periodo medio è di circa 1,8°C.

Anche il modello COSMO del CMCC (Figura 4-10) è in linea con tali proiezioni, sebbene con valori leggermente superiori.

*Figura 4-10 Anomalia della **temperatura massima giornaliera** (sopra) **e minima giornaliera** (sotto) per gli scenari RCP4.5 (sinistra) e RCP8.5 (destra) rispetto al periodo climatico di riferimento (1986-2005) per il periodo medio (2041-2060). Proiezioni del modello COSMO-CLM (CMCC). In rosso la provincia di Milano.*



Rispetto alle medie dell'ensemble, le proiezioni fornite dal modello COSMO-CLM (CMCC) per il periodo medio indicano incrementi più marcati per entrambi gli scenari di riferimento. L'aumento previsto sia per la temperatura massima giornaliera sia per quella minima è compreso tra 2 e 2,5 °C.

4.2.2 PRECIPITAZIONE

Per la precipitazione, nel rapporto di Arpa sono state evidenziate le anomalie percentuali, andando a rappresentare le variazioni di precipitazioni cumulata in mm rispetto a quanto riportato per il periodo di riferimento (1986-2005).

Le proiezioni climatiche della precipitazione cumulata a livello stagionale per la provincia di Milano mostrano variazioni significative nel periodo medio per la stagione invernale, mentre, per la stagione estiva, non vi sono significative variazioni in nessun senso in entrambi i periodi (medio e vicino). Di seguito la Figura 4-11 e Figura 4-12 riportano rispettivamente l'anomalia percentuale della precipitazione cumulata durante la stagione invernale e l'anomalia percentuale della precipitazione cumulata durante la stagione estiva.

*Figura 4-11 Anomalia percentuale della **precipitazione cumulata durante la stagione invernale** (DGF) per gli scenari RCP4.5 (sopra) e RCP8.5 (sotto) rispetto al periodo climatico di riferimento (1986-2005) per il periodo vicino (2021-2040) e medio (2041-2060). In rosso la provincia di Milano.*

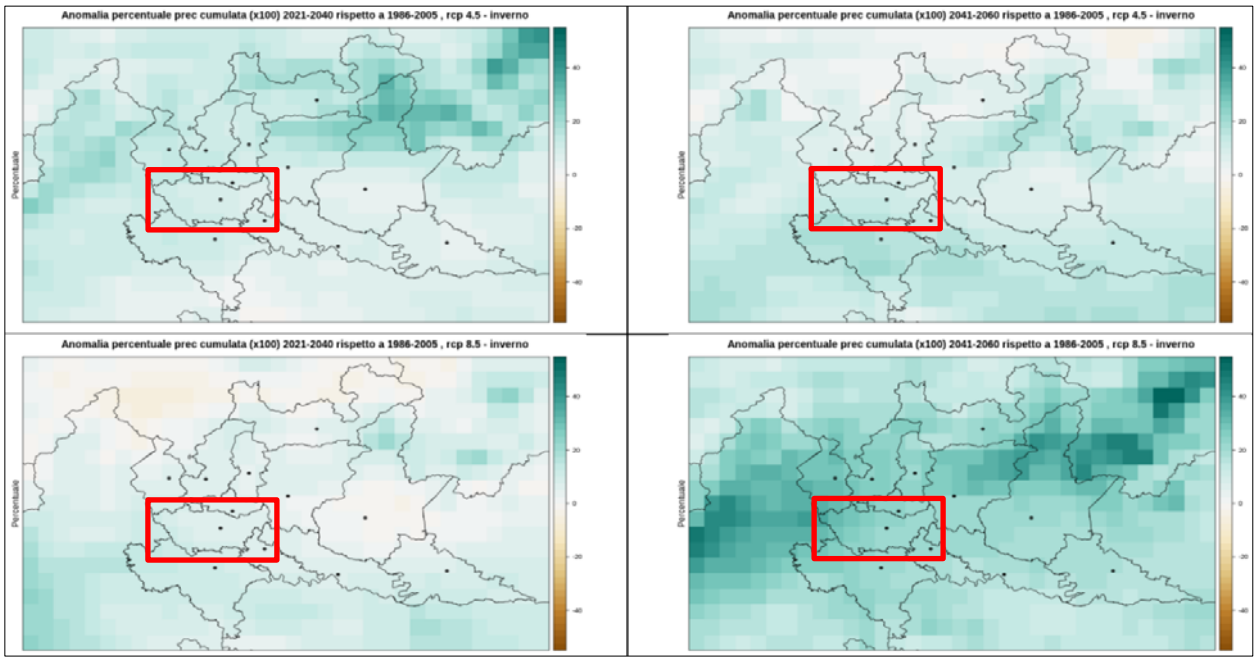
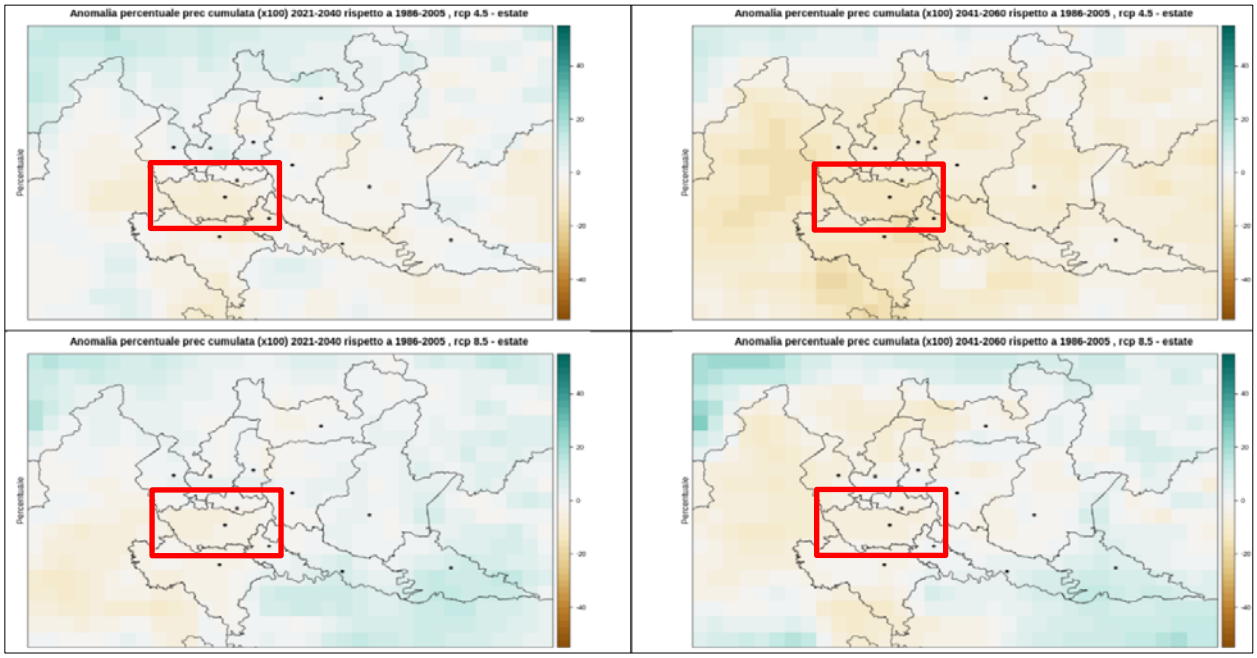


*Figura 4-12 Anomalia percentuale della **precipitazione cumulata durante la stagione estiva** (GLA) per gli scenari RCP4.5 (sopra) e RCP8.5 (sotto) rispetto al periodo climatico di riferimento (1986-2005) per il periodo vicino (2021-2040) e medio (2041-2060). In rosso la provincia di Milano.*



In inverno, nella provincia di Milano, si delinea un aumento della precipitazione cumulata con punte, stimate per il periodo medio nello scenario RCP8.5, fino al +30% (avendo come riferimento una base climatologica 1986-2005 di circa 300mm). La tendenza all'aumento è confermata anche nella stagione primaverile, ma con valori assoluti inferiori.

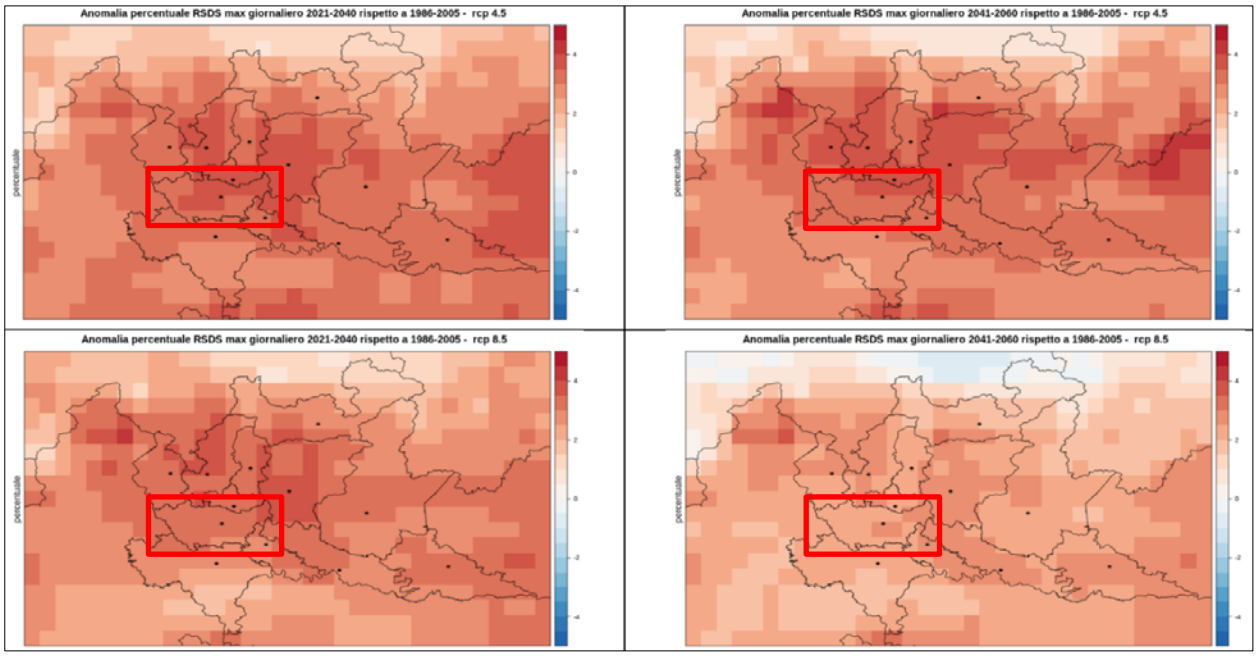
La stagione estiva, invece, mostra una tendenza alla diminuzione della precipitazione cumulata, con riduzioni previste, per il periodo medio nello scenario RCP4.5 fino a circa -10% (avendo come riferimento una base climatologica 1986-2005 di circa 200mm).

Infine, la stagione autunnale non mostra tendenze marcate.

4.2.3 RADIAZIONE SOLARE

La radiazione solare è stata esaminata in termini di flusso radiativo superficiale e di ore di insolazione (rispettivamente con riferimento alle variabili climatiche essenziali complementari rsds e sund).

*Figura 4-13 Anomalia percentuale del valore di **flusso radiativo rsds massimo giornaliero** per gli scenari RCP4.5 (sopra) e RCP8.5 (sotto) rispetto al periodo climatico di riferimento (1986-2005) per il periodo vicino (2021-2040) e medio (2041-2060). In rosso la provincia di Milano.*



Nella provincia di Milano è prevista in lieve aumento (circa il 3-4%) dell'intensità del flusso radiativo superficiale a corta lunghezza d'onda (rsds) sia nel periodo vicino sia in quello medio. Questo dato potrebbe influire sulla produttività degli impianti fotovoltaici, ma non essendo l'unico fattore in gioco, occorrerà a riguardo studiare la questione più in dettaglio, tramite un indice specifico.

*Figura 4-14 Anomalia percentuale delle **ore di insolazione giornaliera (sund) nelle varie stagioni** per lo scenario RCP4.5 rispetto al periodo climatico di riferimento (1986-2005) per il periodo **vicino** (2021-2040). In rosso la provincia di Milano.*

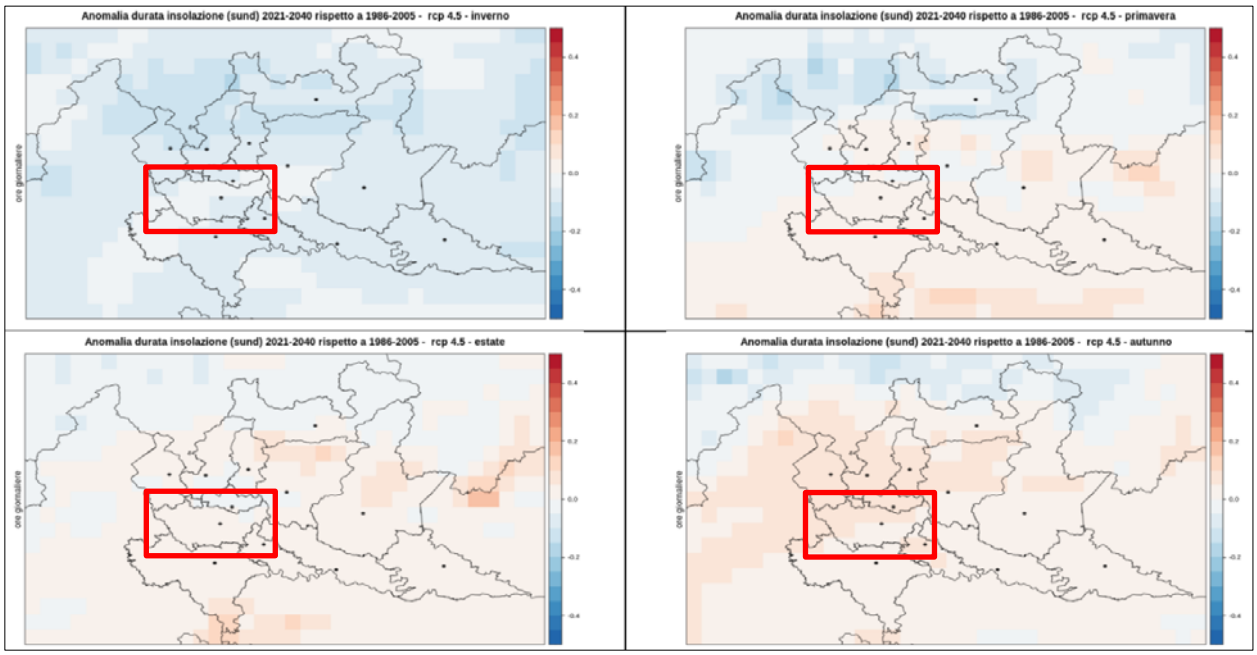
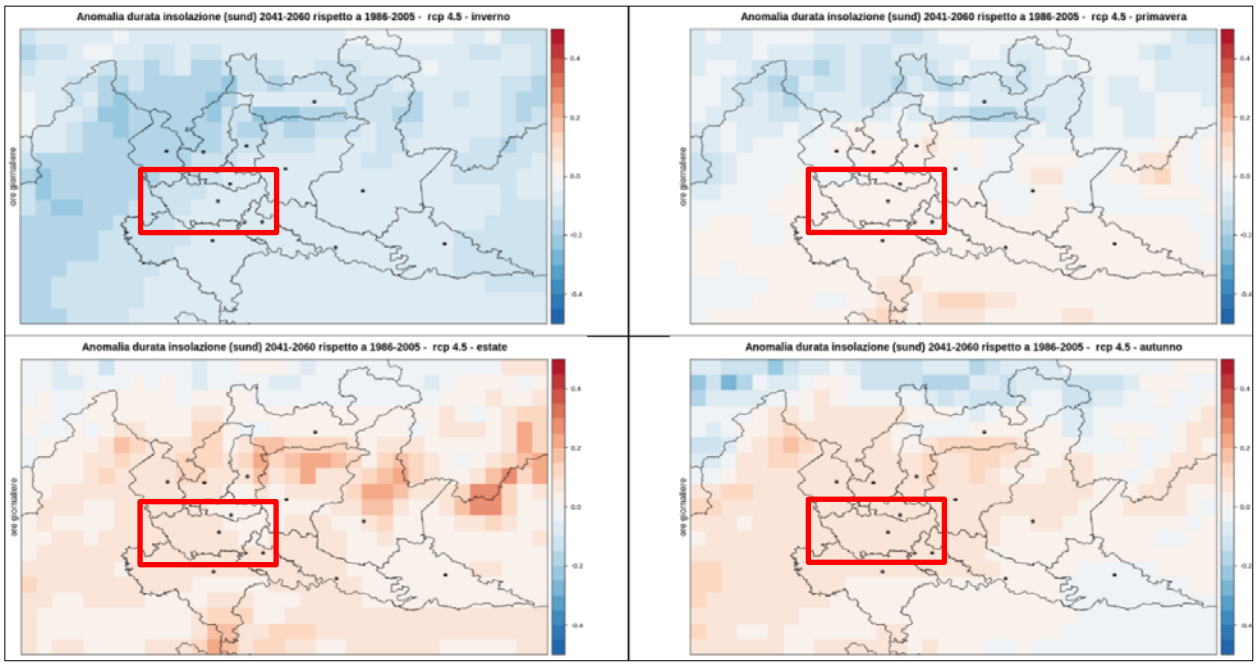


*Figura 4-15 Anomalia percentuale delle **ore di insolazione giornaliera (sund) nelle varie stagioni** per lo scenario RCP4.5 rispetto al periodo climatico di riferimento (1986-2005) per il periodo **medio** (2041-2060). In rosso la provincia di Milano.*



L'andamento del flusso radiativo si accompagna ad una sostanziale invarianza della durata media delle ore di insolazione durante il giorno nel corso dell'anno. Questo stesso dato mostra andamenti differenti passando da una stagione all'altra. Sia nel periodo vicino sia in quello medio, nella provincia di Milano, si rileva un aumento dell'insolazione nella stagione estiva e primaverile e in misura minore

in quelle invernale. Questo esito può essere posto a confronto con l'andamento stagionale della precipitazione cumulata, osservando che per l'estate l'aumento della insolazione si allinea con una riduzione della precipitazione complessiva, mentre in autunno aumenta l'insolazione (quindi riduzione di presenza nuvolosa) a fronte di una stabilità della precipitazione cumulata.

4.2.4 VENTO

Per il vento sono state evidenziate le anomalie percentuali nella provincia di Milano, andando a rappresentare velocità media giornaliera del vento superficiale (2m) per gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 rispetto al periodo climatico di riferimento (1986-2005) per i periodi vicino (2021-2040) e medio (2041-2060).

Figura 4-16 Velocità media giornaliera del vento superficiale (2m) nel periodo climatico di riferimento (1986-2005). In rosso la provincia di Milano.

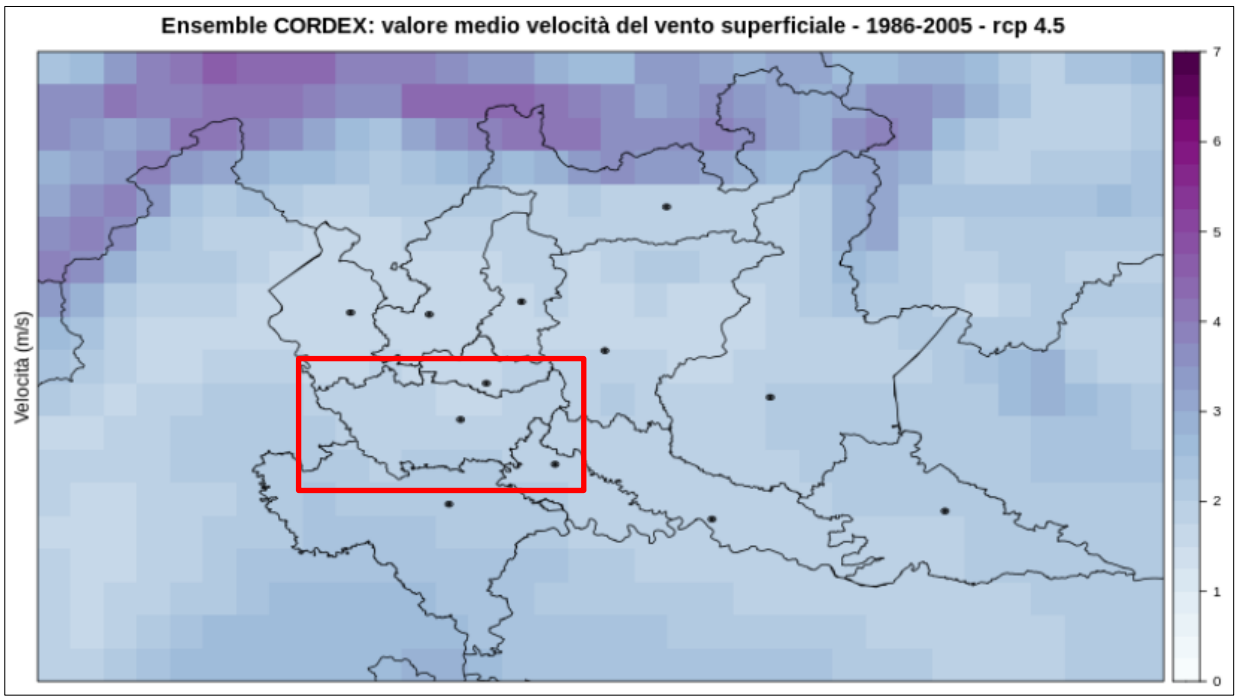
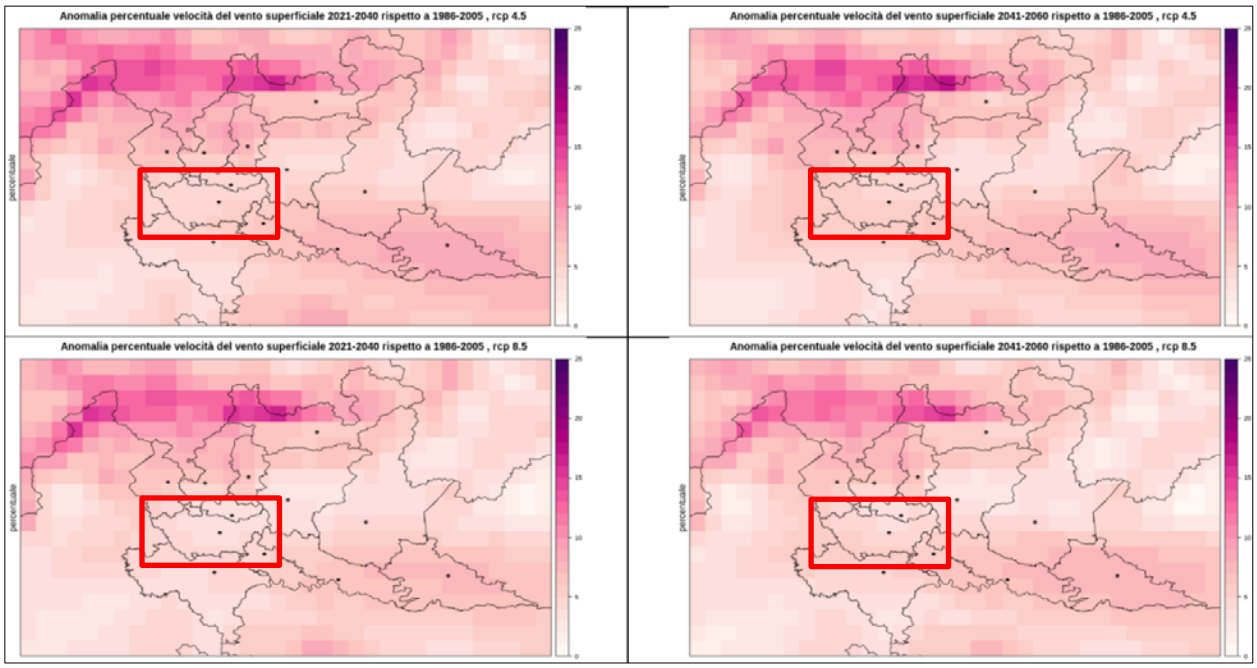


Figura 4-17 Anomalia percentuale della velocità media giornaliera del vento superficiale per gli scenari RCP4.5 (sopra) e RCP8.5 (sotto) rispetto al periodo climatico di riferimento (1986-2005) per i periodi vicino (2021-2040) e medio (2041-2060). In rosso la provincia di Milano.



Nella provincia di Milano, la velocità del vento a 2 metri di quota è molto bassa. Come mostra la Figura 4-17, le variazioni previste nei due scenari e periodi di riferimento, a livello percentuale e in termini assoluti non inducono ad ipotizzare condizioni diverse da quelle attuali.

4.3 CAMBIAMENTO CLIMATICO

Come riportato nell'Allegato 2 – "Rapporto sugli indici e le proiezioni climatiche per la rappresentazione dei cambiamenti climatici attesi", redatto da Arpa Lombardia, per avere un approccio corretto al tema del cambiamento climatico e alla valutazione del suo impatto, occorre ben definire il concetto di rischio che quantifica l'entità della minaccia, tenendo conto sia della probabilità di accadimento sia della gravità dell'accadimento (talvolta indicata anche come magnitudo).

Il presente capitolo si focalizza sulla definizione dell'*hazard*[1] (pericolo climatico). L'area analizzata è quella contenente la provincia di Milano. Sono stati individuati due intervalli di tempo, uno vicino, tra il 2021 e il 2040, ed uno medio, tra il 2041 ed il 2060. Infine, tutti gli indici proposti quantificano all'interno di questo recinto spazio-temporale, le proiezioni di accadimento di specifici fenomeni legati alle variabili climatiche essenziali selezionate.

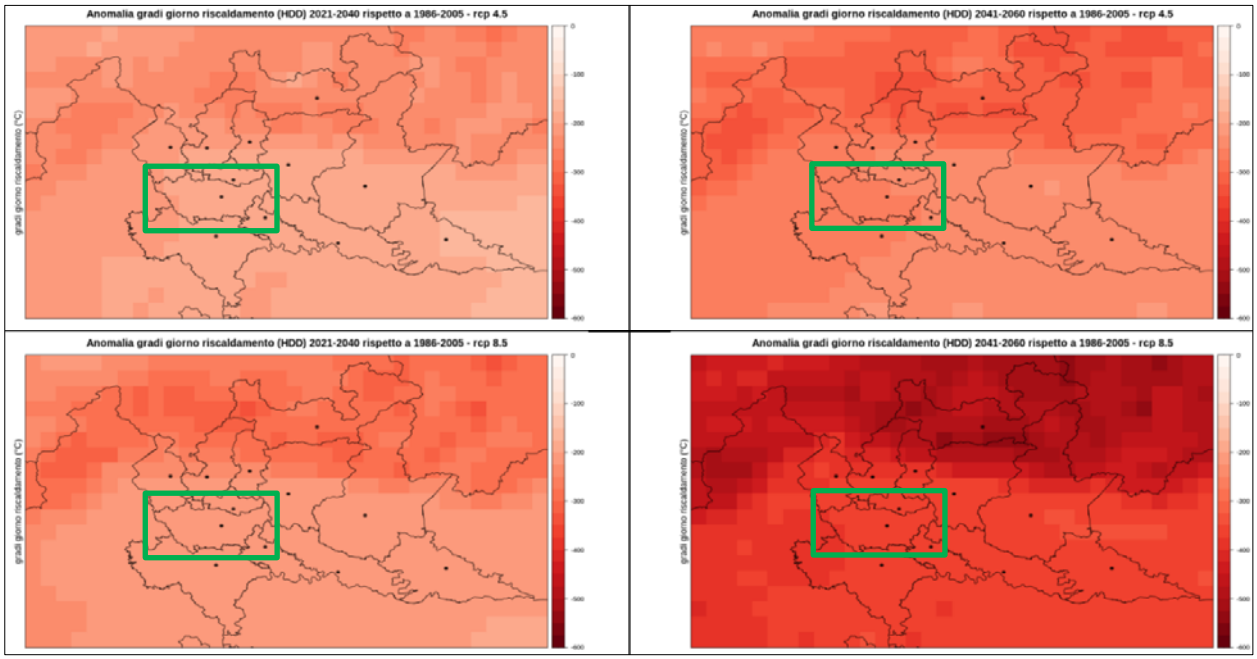
Per rappresentare il cambiamento sono stati calcolate le anomalie assolute (relativamente all'unità di misura dell'indice) e relative, riportando in percentuale la variazione ottenuta rispetto al periodo climatico di riferimento.

[1] L'*hazard* è la probabilità che, in una certa area e in un definito intervallo di tempo, si verifichi un evento di specifica intensità.

4.3.1 TEMPERATURA

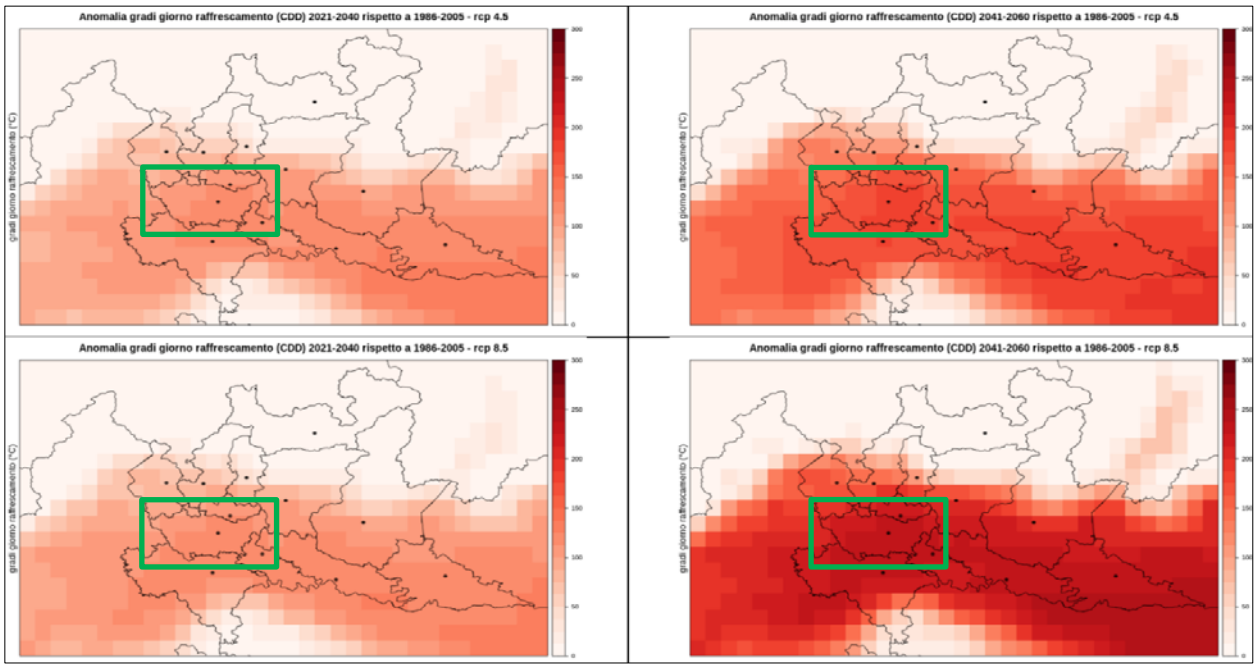
Di seguito sono rappresentate le analisi dei gradi giorno di riscaldamento e di raffrescamento del periodo di riferimento (1986-2005) per i giorni di riscaldamento e di raffreddamento.

*Figura 4-18 Anomalia dei **Gradi Giorno di riscaldamento** per gli scenari RCP4.5 (sopra) e RCP8.5 (sotto) rispetto al periodo climatico di riferimento (1986-2005) per il periodo vicino (2021-2040) e medio (2041-2060). In verde la provincia di Milano.*



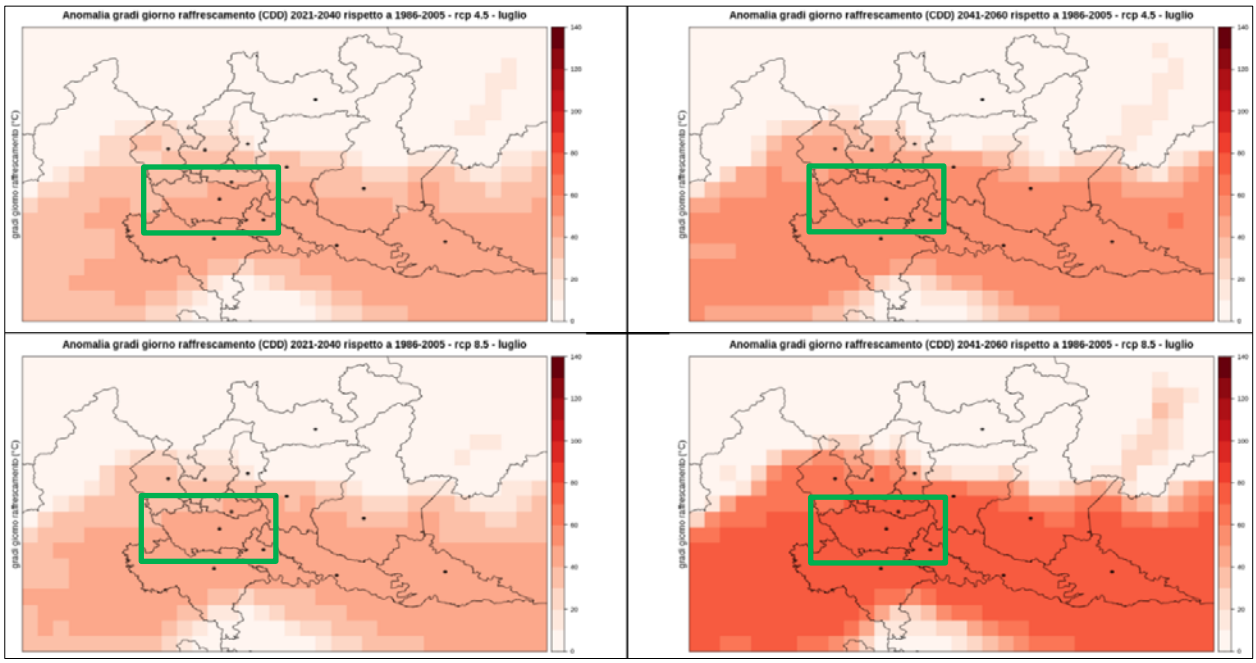
Come mostra la Figura 4-18, l'aumento di temperatura è destinato a far diminuire il fabbisogno di riscaldamento in modo molto significativo nello scenario RCP8.5 per il medio termine.

*Figura 4-19 Anomalia dei **Gradi Giorno di raffrescamento** per gli scenari RCP4.5 (sopra) e RCP8.5 (sotto) rispetto al periodo climatico di riferimento (1986-2005) per il periodo vicino (2021-2040, sinistra) e medio (2041-2060, destra). In verde la provincia di Milano.*



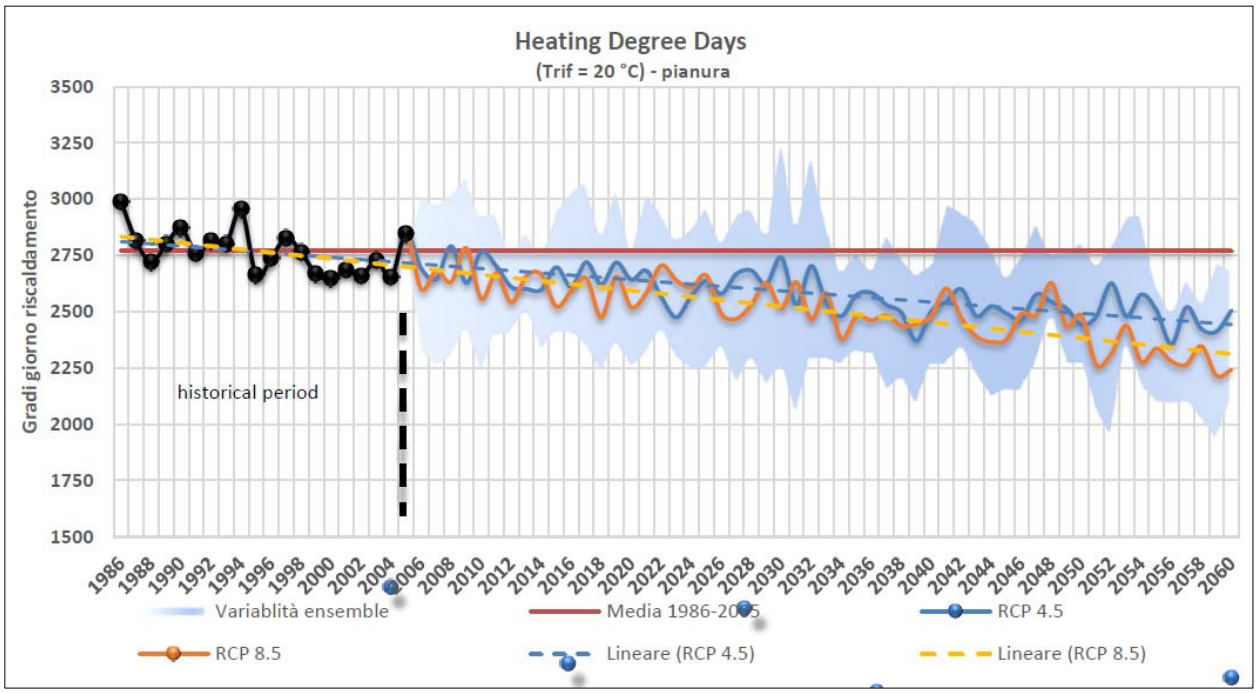
In tema di raffrescamento estivo si osserva una situazione opposta a quella invernale: la richiesta di raffrescamento è praticamente uguale sia nello scenario RCP4.5 che in quello RCP8.5 nel breve periodo, mentre la differenza tra i due scenari emissivi diventa profondamente significativa nel medio termine. L' aumento di richiesta energetica per l'alimentazione dei sistemi di condizionamento potrebbe essere particolarmente significativo.

*Figura 4-20 Anomalia dei **Gradi Giorno di raffrescamento** per gli scenari RCP4.5 (sopra) e RCP8.5 (sotto) rispetto al periodo climatico di riferimento (1986-2005) per il periodo vicino (2021-2040, sinistra) e medio (2041-2060, destra) - mese di **luglio**. In verde la provincia di Milano.*



Focalizzandosi sul contributo del solo mese di luglio al computo dei gradi giorno di raffrescamento, che contribuisce all'incirca alla metà del valore annuale, si osserva che nella provincia di Milano è previsto un incremento di circa +80 gradi giorno a luglio nel periodo medio (2041-2060) per lo scenario RCP 8.5.

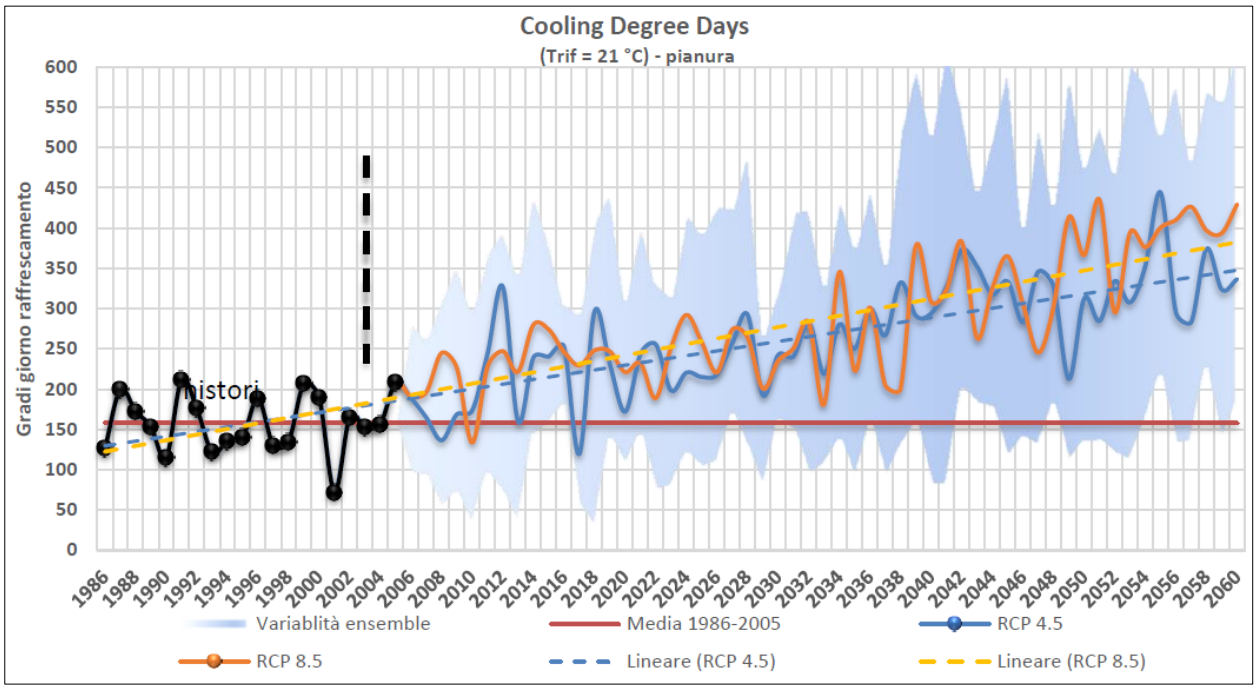
Figura 4-21 Numero medio di gradi giorno di riscaldamento sulle aree di pianura. Nel grafico sono riportate le medie degli ensemble per gli scenari RCP4.5 e RCP8.5. L'area sfumata rappresenta la variabilità dovuta ai singoli modelli di proiezione.



Dal grafico rappresentato si evince che dal 2006 al 2060, seguendo una tendenza lineare, in pianura si registrerà una riduzione media di HDD (gradi giorno di riscaldamento) pari a 325°C.

Da un'analisi più approfondita, emerge che a fronte di una evidente riduzione dell'indice HDD, la durata complessiva del periodo di riscaldamento non cambia in modo significativo sul territorio regionale. A conferma di questa affermazione, si osserva che il numero di giorni nei mesi di ottobre ed aprile che contribuiscono con almeno 3°C al computo annuale di HDD diminuiscono non più di 5 giorni in pianura.

Figura 4-22 Numero medio di gradi giorno di raffrescamento sulle aree di pianura. Nel grafico sono riportate le medie degli ensemble per gli scenari RCP4.5 e RCP8.5. L'area sfumata rappresenta la variabilità dovuta ai singoli modelli di proiezione.



Il fabbisogno di raffrescamento estivo (dal mese di giugno a mese di settembre) risulta soggetto ad incremento nella zona di pianura.

Ripercorrendo l'analisi eseguita per HDD, calcolando il numero di giorni annui che contribuiscono al computo totale di CDD (gradi giorno di raffrescamento) per più di 6°C, osserviamo che in pianura la media storica (1986-2005) è pari a 7 giorni, mentre il valore medio al 2060 sale a 22 giorni.

4.3.2 PRECIPITAZIONE

Nella figura seguente viene rappresentata la climatologia media del periodo di riferimento (1986-2005) per i giorni consecutivi caratterizzati da precipitazione (CWD).

Figura 4-23 Climatologia media del massimo numero di giorni consecutivi con pioggia, periodo di riferimento (1986-2005). In rosso la provincia di Milano.

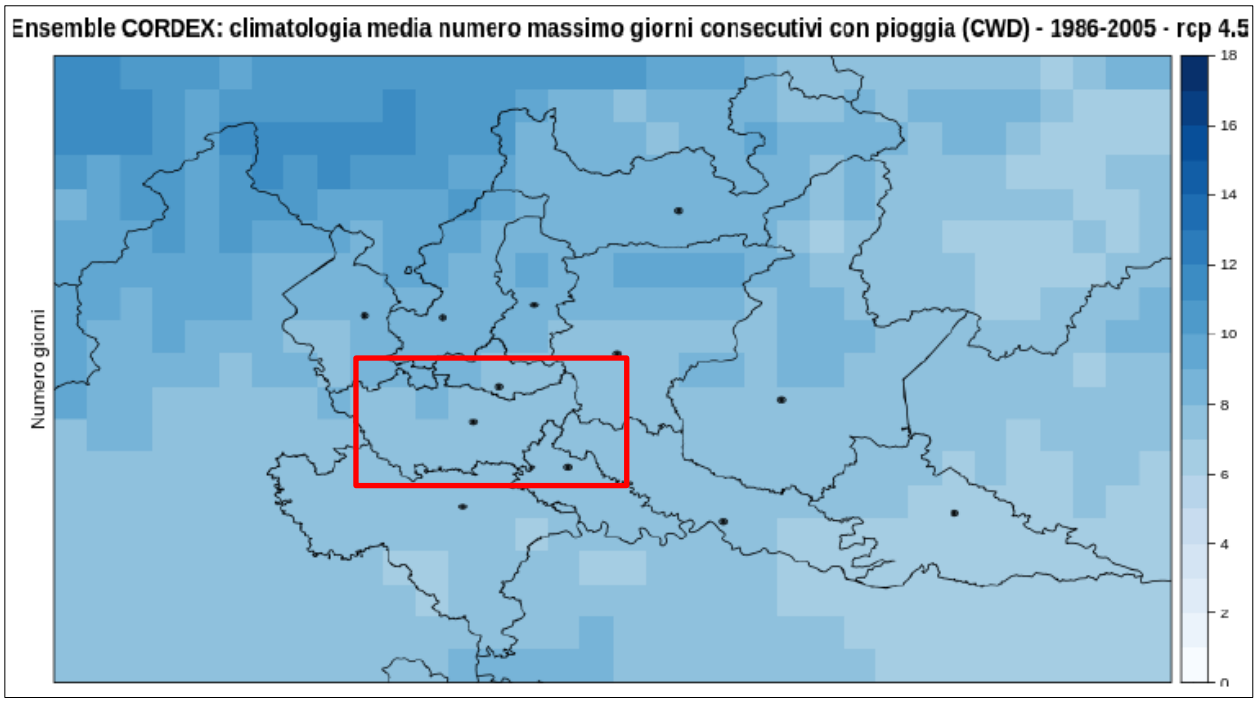
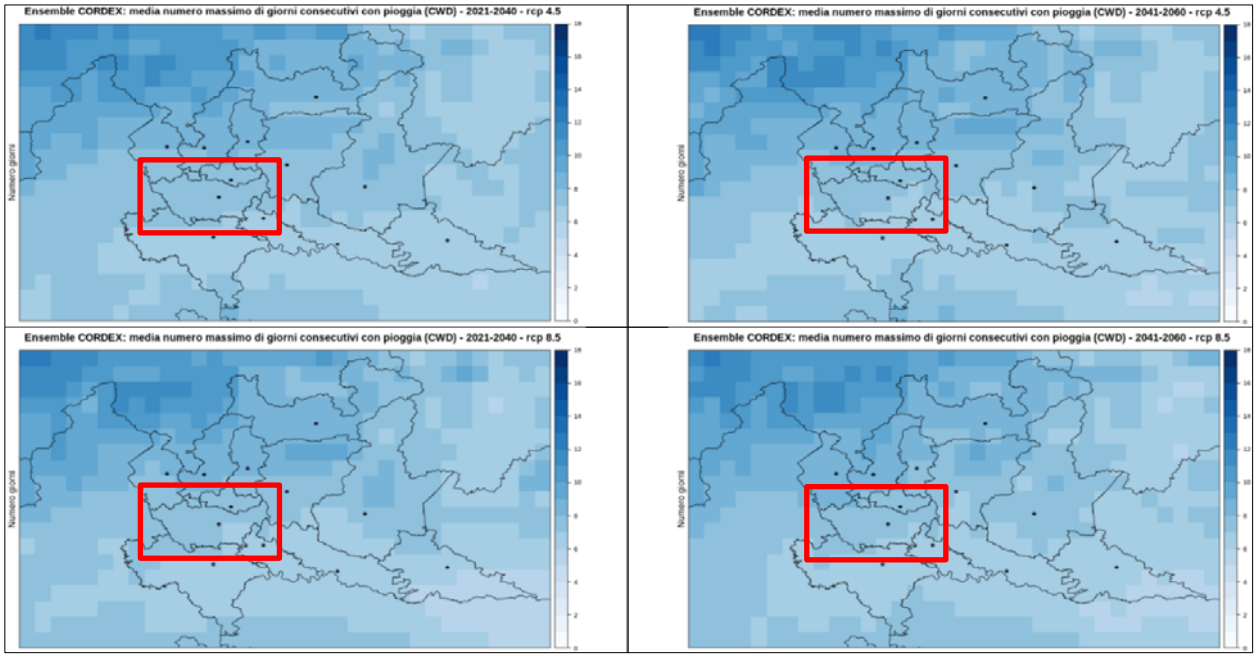


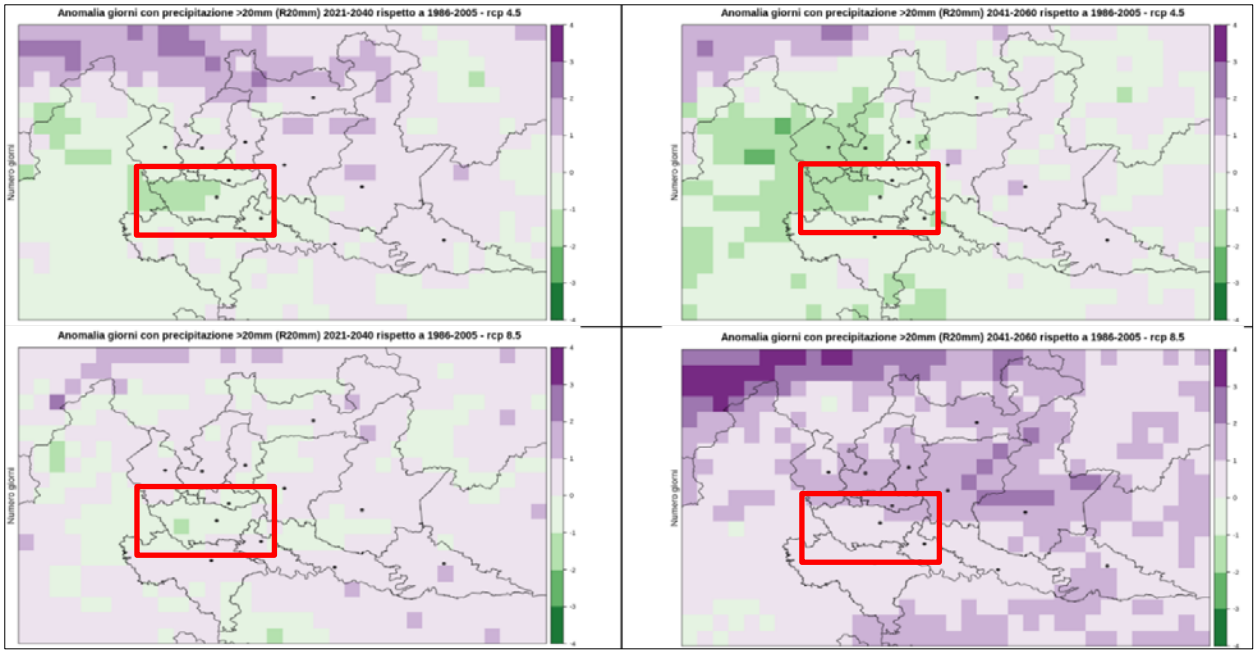
*Figura 4-24 Climatologia **media del massimo numero di giorni consecutivi con precipitazione**, scenario RCP4.5 (sopra) e RCP8.5 (sotto) per il periodo vicino (2021-2040, sinistra) e medio (2041-2060, destra). In rosso la provincia di Milano.*



Le variazioni riscontrabili nei periodi di proiezione per i giorni consecutivi di precipitazione (Figura 4-24) sono limitate a 1 giorno, il che lascia presumere che la quantità complessiva di precipitazione non vari.

Osservando le anomalie delle precipitazioni intense (Figura 4-25), nella provincia di Milano nello scenario RCP4.5 e nel periodo vicino dello scenario RCP4.8 si ha un minor numero di giorni con precipitazioni intense, mentre il periodo medio dello scenario RCP8.5 mostra un leggero incremento (limitato a 1 giorno). Pertanto, si presume che non vi siano variazioni sostanziali.

*Figura 4-25 Anomalia dei giorni con **precipitazione intensa** (superiori a 20mm, R20) rispetto al periodo di riferimento (1986-2005), scenario RCP4.5 (sopra) e RCP8.5 (sotto) per il periodo vicino (2021-2040, sinistra) e medio (2041-2060, destra). In rosso la provincia di Milano.*



Il segnale più evidente, tuttavia, sembra essere fornito dall'indice Rx1day (Figura 4-26), che esprime su base mensile il valore più alto di precipitazione cumulata giornaliera. Infatti, se si esamina il 90° percentile del massimo valore assunto da Rx1day durante l'anno nel corso del ventennio considerato, emerge che, nella provincia di Milano, nel periodo vicino e medio si prevede un incremento generalizzato del quantitativo massimo giornaliero di precipitazione, con valori all'incirca tra il 30% ed il 90%.

*Figura 4-26 Anomalia **percentuale del 90° percentile del massimo annuale dell'indice Rx1day** rispetto al periodo di riferimento (1986-2005), scenario RCP4.5 (sopra) e RCP8.5 (sotto) per il periodo vicino (2021-2040, sinistra) e medio (2041-2060, destra). In rosso la provincia di Milano.*

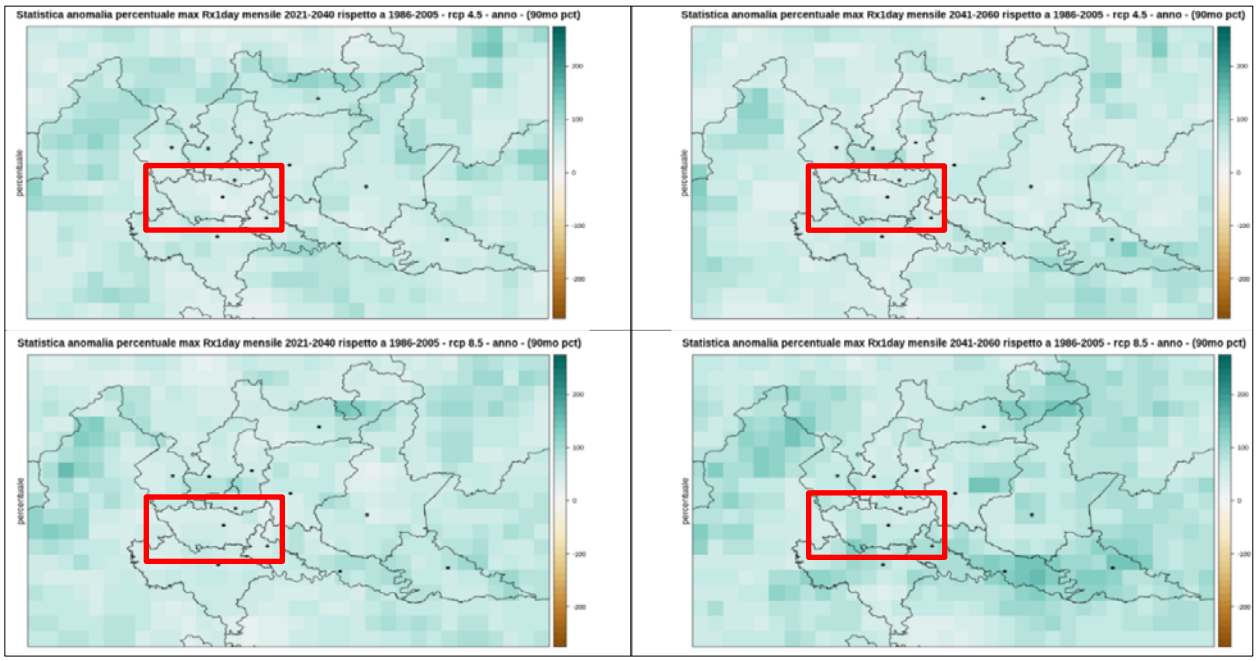
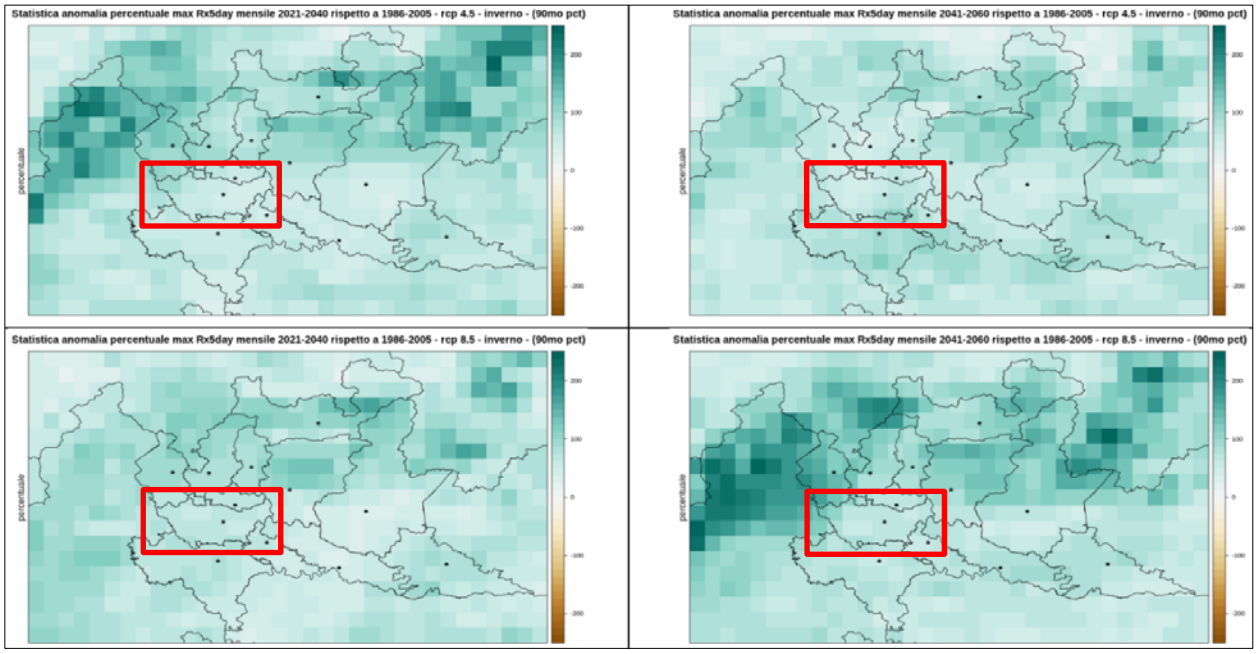


*Figura 4-27 Anomalia **percentuale del 90° percentile del massimo invernale (DGF) dell'indice Rx5day** rispetto al periodo di riferimento (1986-2005), scenario RCP4.5 (sopra) e RCP8.5 (sotto) per il periodo vicino (2021-2040, sinistra) e medio (2041-2060, destra). In rosso la provincia di Milano.*



La maggiore frequenza di fenomeni di precipitazione intensa è una tendenza che si conferma anche considerando l'analogo indice Rx5day ed anche a livello di singole stagioni. Il fenomeno, tuttavia, assume entità più rilevante in inverno (Figura 4-27), soprattutto nel periodo medio nello scenario RCP4.5, con valori all'incirca tra il 50% ed il 100%.

4.3.3 RADIAZIONE SOLARE

La radiazione solare è il parametro fondamentale per la produttività fotovoltaica. Essa, tuttavia, dipende anche da altre variabili climatiche, tra cui la temperatura e la ventilazione. Un semplice modello, seppur non attualmente standardizzato, viene proposto per definire un indice di "potenziale fotovoltaico" (PVpot), adattando ai dati in nostro possesso esperienze pregresse.

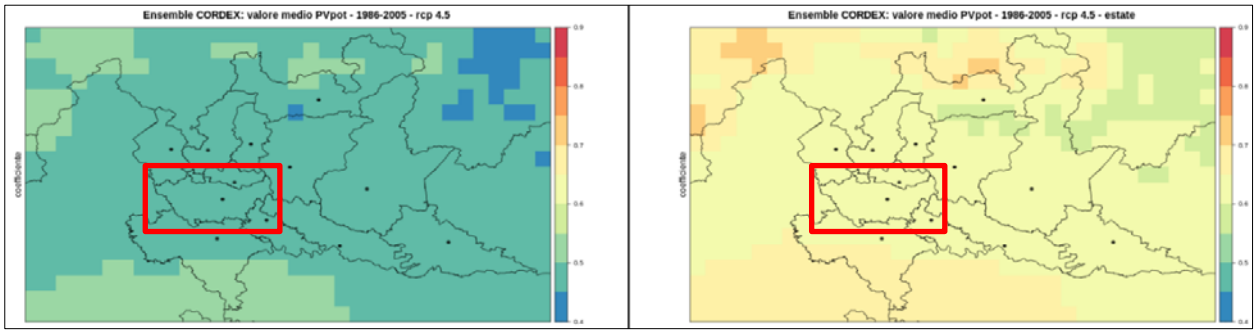
L'indice adimensionale, compreso tra 0 e 1 (ove "0" definisce un potenziale produttivo nullo, mentre "1" indica un potenziale produttivo massimo per un data installazione), è definito su base giornaliera, come segue:

$$PVpot = \alpha_1 rsds + \alpha_2 rsds^2 + \alpha_3 rsds * tasmax + \alpha_4 rsds * vws$$

dove:

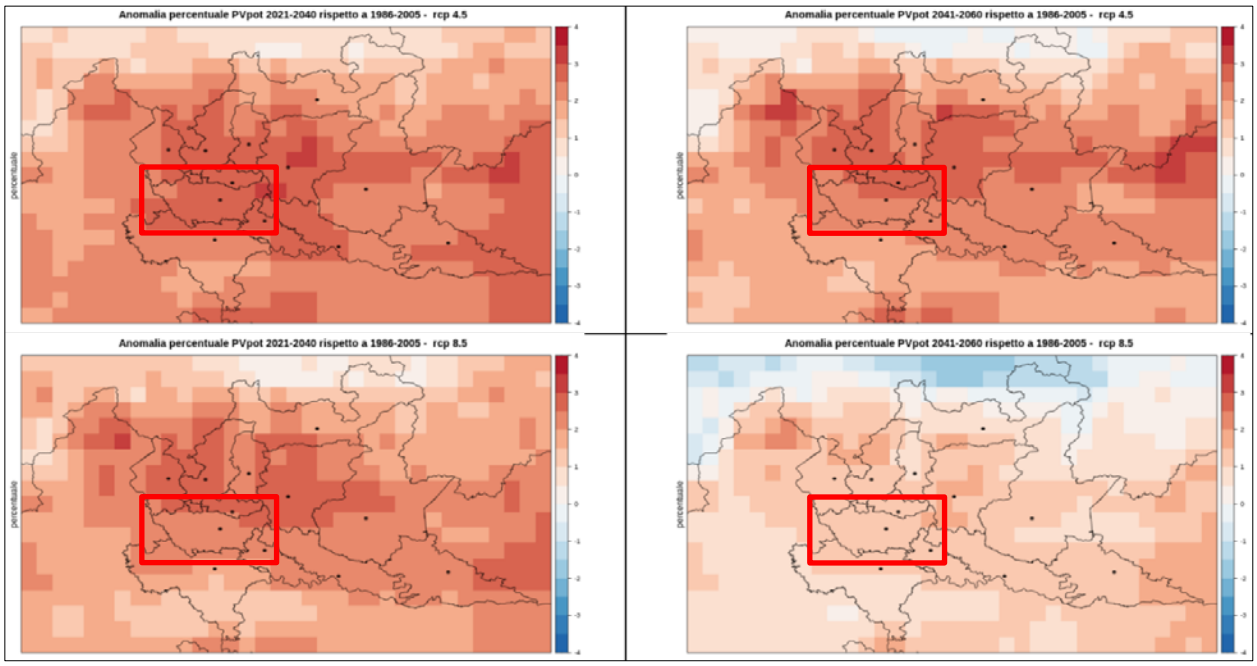
- rsds = valore massimo giornaliero del flusso superficiale di radiazione solare a corta lunghezza d'onda (W/m_2)
- tasmax = temperatura massima giornaliera a 2m (°C)
- vws = velocità media giornaliera del vento a 2m (m/s)
- α_1 = 1.1035 x 10^{-3} x α_2 = -1.4 x 10^{-7}, α_3 = -4.715 x 10^{-6}, α_4 = 7.64 x 10^{-6} nelle corrispondenti unità di misura, in modo che PVpot risulti adimensionale.

Figura 4-28 ***Potenziale fotovoltaico (PVpot)*** *nel periodo storico (1986-2005). Andamento medio annuo (sinistra) e media stagionale estiva (destra). In rosso la provincia di Milano.*



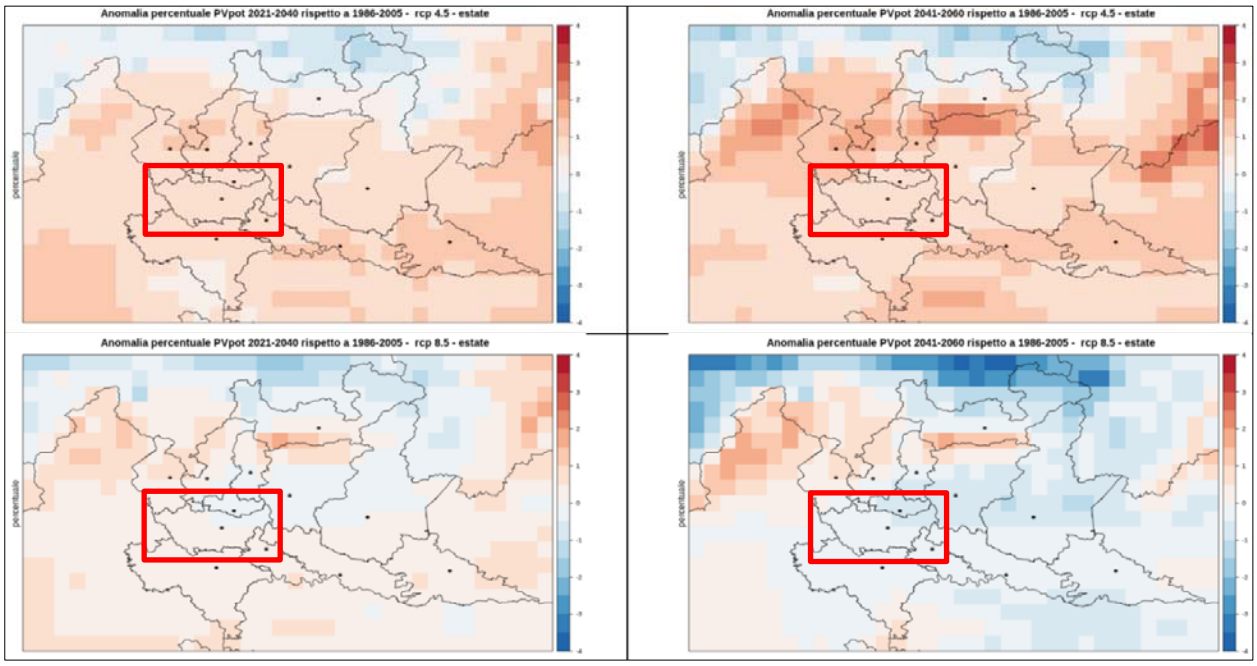
La climatologia restituisce un potenziale fotovoltaico medio annuale sulla provincia di Milano intorno al 50%. Focalizzandosi sulla stagione di massima produttività, ovvero l'estate, il potenziale aumenta intorno al 60%. Le proiezioni del potenziale fotovoltaico tengono conto delle proiezioni delle ECV già discusse. Occorre considerare che, a parità di altri parametri, l'incremento della radiazione solare, così come una maggiore ventilazione, determina un aumento del potenziale, mentre un aumento della temperatura agisce in senso opposto.

*Figura 4-29 Anomalia **percentuale del potenziale fotovoltaico (PVpot) annuale** rispetto al periodo di riferimento (1986-2005), scenario RCP4.5 (sopra) e RCP8.5 (sotto) per il periodo vicino (2021-2040, sinistra) e medio (2041-2060, destra). In rosso la provincia di Milano.*



Con una ventilazione in superficie sostanzialmente inalterata, l'effetto contrapposto dell'aumento del flusso solare e della temperatura superficiale si bilanciano, mostrando un potenziale fotovoltaico sostanzialmente inalterato. Il lieve incremento percentuale medio (1-2%) nello scenario RCP 4.5, sia nel periodo vicino sia in quello medio, si riduce notevolmente nella proiezione a medio termine nello scenario RCP8.5.

Figura 4-30 Anomalia percentuale del potenziale fotovoltaico (PVpot) estivo rispetto al periodo di riferimento (1986-2005), scenario RCP4.5 (sopra) e RCP8.5 (sotto) per il periodo vicino (2021-2040, sinistra) e medio (2041-2060, destra). In rosso la provincia di Milano.

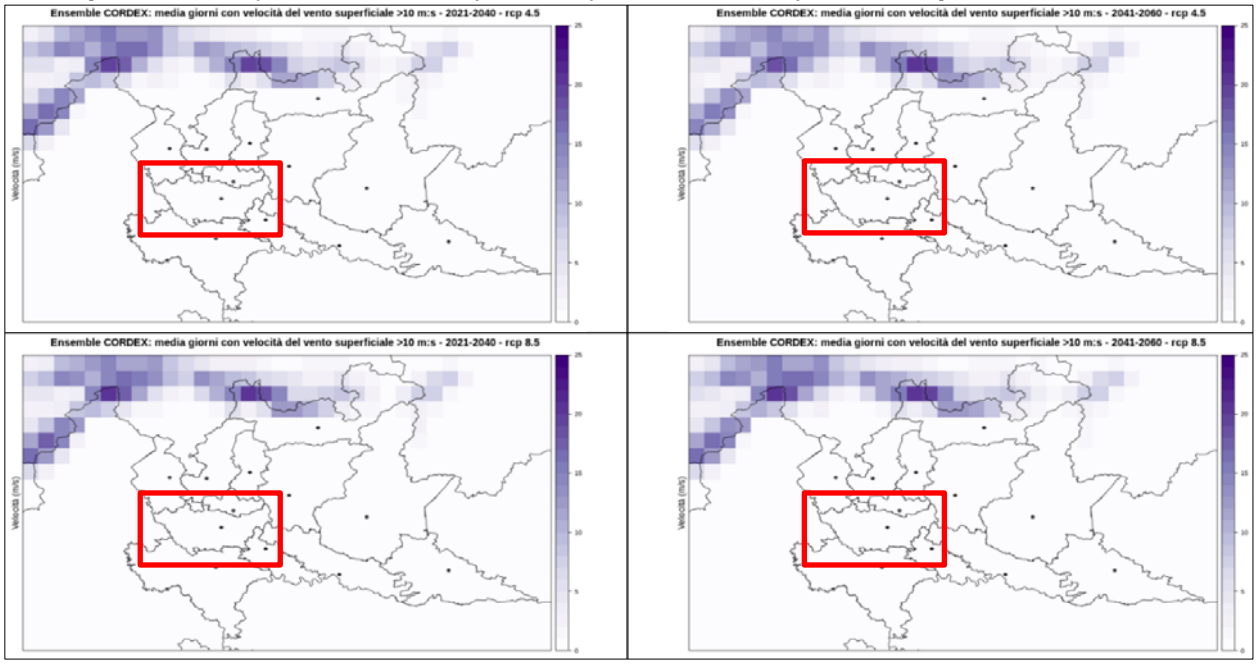


L'esame dello scenario estivo conferma sostanzialmente la stabilità del potenziale fotovoltaico sulla provincia. Dal confronto tra i dati annuali e quelli estivi si può dedurre che in futuro la produttività delle stagioni intermedie aumenterà a parziale discapito di quella estiva, evidentemente caratterizzata sempre più da temperature oltre i valori di massima efficienza dei pannelli fotovoltaici.

4.3.4 VENTO

L'indice W10, ovvero il numero di giorni all'anno con velocità del vento a 2 m di altezza superiore a 10 m/s conferma quanto già emerso a livello di esame della variabile essenziale. La provincia di Milano non è caratterizzata da vento significativo, tant'è che, come riporta la Figura 4-31, il numero di giorni all'anno con velocità media del vento superficiale superiore a 10 m/s è pari a zero e non si prevedono modifiche di questa situazione nei decenni a venire.

Figura 4-31 Numero medio di giorni nell'anno con velocità media del vento a 2 metri di quota superiore a 10 m/s (W10) rispetto al periodo di riferimento (1986-2005), scenario RCP4.5 (sopra) e RCP8.5 (sotto) per il periodo vicino (2021-2040, sinistra) e medio (2041-2060, destra). In rosso la provincia di Milano.

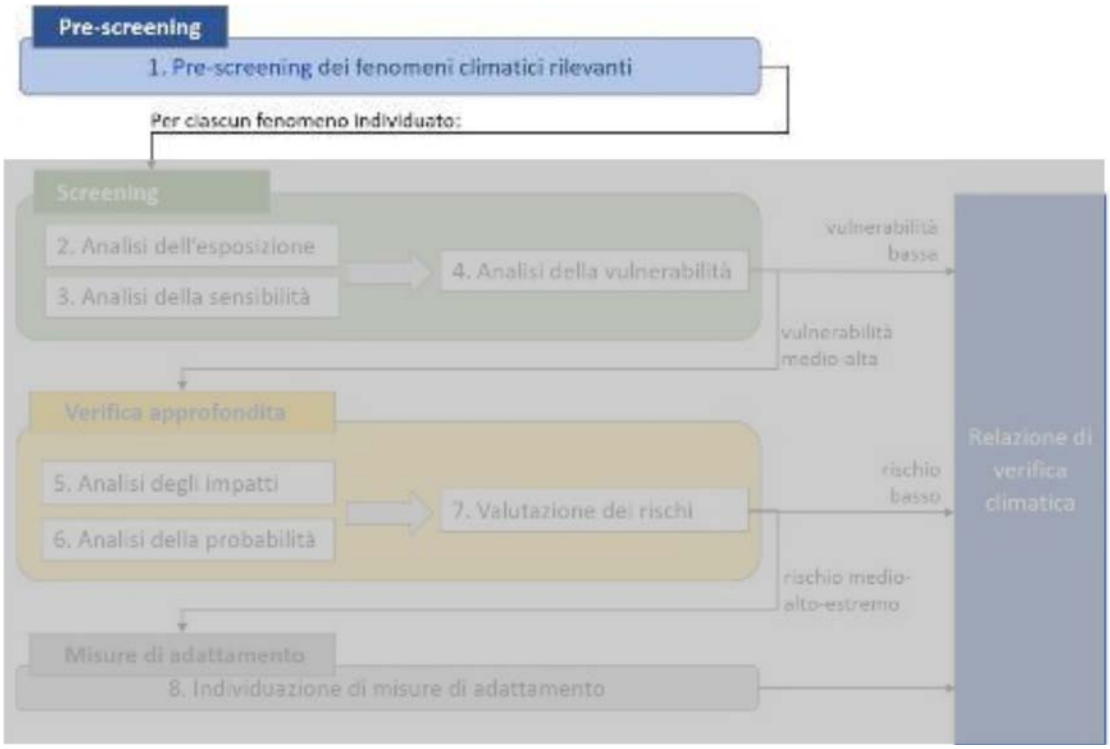


5 VERIFICA CLIMATICA DELL'OPERA

Nei seguenti paragrafi si riporta la verifica di resilienza climatica effettuata per il progetto in oggetto sviluppata sulla base della metodologia descritta nel Capitolo 2.

5.1 PRE SCREENING

La fase di *pre-screening* è finalizzata all'identificazione dei fenomeni climatici di interesse per l'intervento/il contesto oggetto di valutazione.



Sulla base del contesto territoriale in cui si inserisce l'opera, sono stati individuati (indicati in azzurro) i fenomeni/pericoli che, con maggiore probabilità, potranno risultare significativi per il progetto in esame.

Tra gli hazard climatici (cronici ed acuti), considerando gli scenari descritti nell'Allegato 2 al PREAC di Regione Lombardia e il contesto di riferimento per il progetto, si ritiene che i fenomeni/pericoli che con maggiore probabilità potranno risultare significativi per il progetto in questione siano:

- Rischi Cronici: cambiamento della temperatura, stress termico, variabilità della temperatura;
- Rischi Acuti: ondate di calore, forti precipitazioni, tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia), tromba d'aria, siccità, forti precipitazioni, inondazione (di falda).

Di seguito la Tabella 5-1 con la selezione dei pericoli legati al clima.

Tabella 5-1 - Selezione dei pericoli legati al clima

	TEMPERATURA	VENTI	ACQUE	MASSA SOLIDA
CRONICI	Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)	Cambiamento del regime dei venti	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Erosione costiera
	Stress termico		Variabilità idrologica o delle precipitazioni	Degradazione del suolo
	Variabilità della temperatura		Acidificazione degli oceani	Erosione del suolo
	Scongelamento del permafrost		Intrusione salina	Soliflusso
			Innalzamento del livello del mare	
			Stress idrico	
ACUTI	Ondata di calore	Ciclone, uragano, tifone	Siccità	Valanga
	Ondata freddo / gelata	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)	Frana
	Incendio di incolto	Tromba d'aria	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)	Subsidenza
			Collasso di laghi glaciali	

Nei paragrafi seguenti viene sviluppata la verifica climatica per ognuno dei fenomeni climatici selezionati.

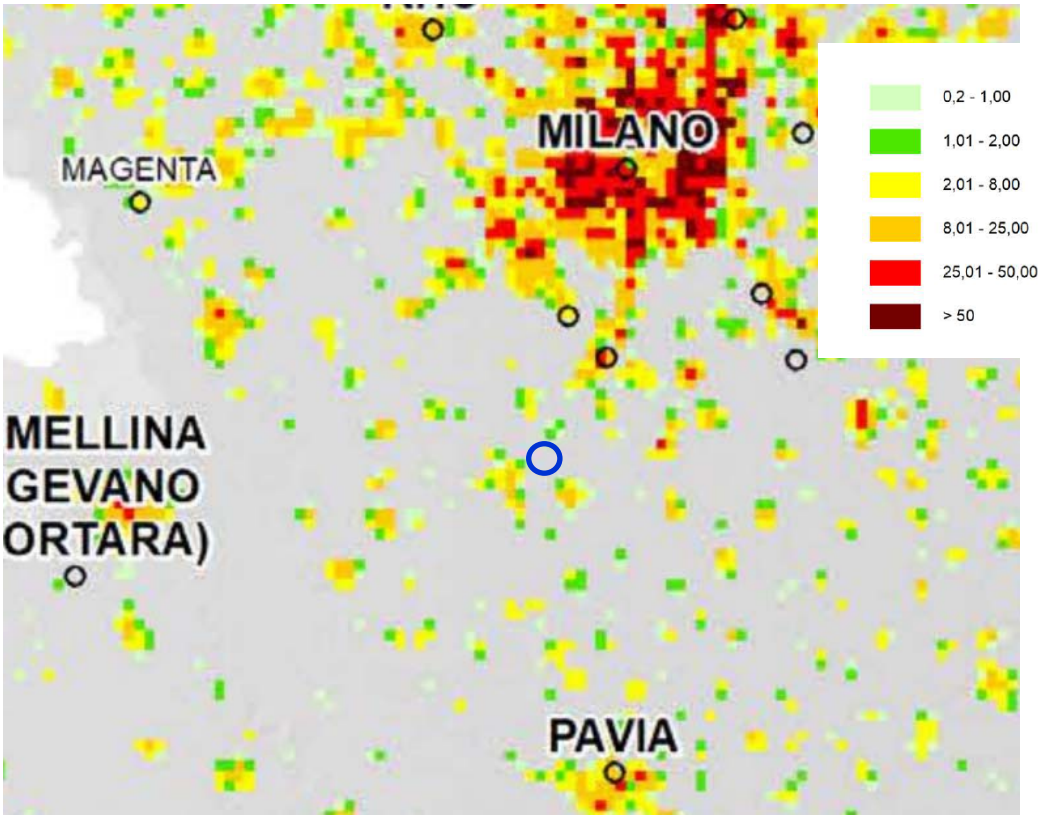
5.1.1 TEMPERATURA

5.1.1.1 Analisi dell'esposizione

Di seguito si riporta un estratto della carta di vulnerabilità all'isola di calore del PTR in corso di approvazione, che mostra la suddivisione del territorio in 6 classi a cui possono essere attribuiti valori qualitativi di vulnerabilità all'isola di calore (bassa, media, alta).

L'area di intervento (cerchiata in blu) non è interessata da aree di calore. L'area più vicina si trova a circa 300 m di distanza in direzione sud-est (valore "basso" di vulnerabilità).

Figura 5-1 – Tavola relativa alla stima della vulnerabilità all'isola di calore del territorio lombardo all'isola di calore (Proposta di revisione del PTR- Tavola PT9). In blu l'area di intervento.



Rispetto agli indicatori ARPA, si evidenzia che per l'ambito di studio è previsto un incremento della temperatura massima giornaliera:

- per gli scenari RCP4.5 e RCP8.5, l'incremento previsto è compreso tra circa 1 e 2°C;
- secondo il modello COSMO del CMCC l'incremento è compreso tra 2 e 2,5 °C.

L'aumento della temperatura massima giornaliera potrà necessitare un aumento della richiesta energetica per l'alimentazione dei sistemi di raffreddamento.

Sulla base di quanto sopra si ritiene che il livello di esposizione allo specifico rischio climatico sia, complessivamente, MEDIO.

Tabella 5-2 - Valutazione dell'esposizione

	TEMPERATURA
CRONICI	**Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)**
	Stress termico
	Variabilità della temperatura
	Scongelamento del permafrost
ACUTI	**Ondata di calore**
	Ondata freddo / gelata
	Incendio di incolto

5.1.1.2 Analisi di sensibilità

In relazione allo specifico rischio climatico, gli elementi progettuali sensibili sono:

- Variazione del fabbisogno di condizionamento/raffrescamento;
- Involucro edilizio e tetti (per comfort interno e contrasto isola di calore).

Il livello di sensibilità dell'opera allo specifico rischio climatico è, complessivamente, BASSO.

Tabella 5-3 - Valutazione della sensibilità

	TEMPERATURA
CRONICI	**Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)**
	Stress termico
	Variabilità della temperatura
	Scongelamento del permafrost
ACUTI	**Ondata di calore**
	Ondata freddo / gelata
	Incendio di incolto

5.1.1.3 Analisi della vulnerabilità

Combinando per lo specifico rischio il livello di esposizione e di sensibilità, secondo la tabella riportata al paragrafo 2.1, il **livello di vulnerabilità** ottenuto è **BASSO** per ogni tipo di fenomeno.

Tabella 5-4 - Valutazione della vulnerabilità

	TEMPERATURA
CRONICI	**Cambiamento della temperatura (aria, acque dolci, acque marine)**
	Stress termico
	Variabilità della temperatura
	Scongelamento del permafrost
ACUTI	**Ondata di calore**
	Ondata freddo / gelata
	Incendio di incolto

Visto che il risultato dell'analisi mostra un livello di vulnerabilità basso, la verifica di resilienza non prosegue con gli step successivi.

5.1.2 VENTI

5.1.2.1 Analisi dell'esposizione

In relazione allo specifico rischio climatico, ad oggi non sono disponibili previsioni affidabili a livello regionale, derivanti dai modelli climatici.

Secondo le analisi svolte da Arpa, per gli scenari RCP4.5 e RCP8.5, nel periodo che va fino al 2060 per il vento non si ipotizzano condizioni diverse da quelle attuali.

Inoltre, secondo l'indice W10, la provincia di Milano non è caratterizzata da vento significativo, tant'è che il numero di giorni all'anno con velocità media del vento superficiale superiore a 10 m/s è pari a zero. La velocità media giornaliera del vento superficiale è di circa 2 m/s.

Sulla base di quanto sopra si ritiene che il livello di esposizione allo specifico rischio climatico sia, complessivamente, BASSO.

Tabella 5-5 - Valutazione dell'esposizione

	VENTI
CRONICI	Cambiamento del regime dei venti
ACUTI	Ciclone, uragano, tifone
	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)
	Tromba d'aria

5.1.2.2 Analisi di sensibilità

In relazione allo specifico rischio climatico, gli elementi progettuali sensibili sono:

- Tetto, tettoie;
- Finestre;
- Pareti ventilate;
- Presenza di alberature

Il livello di sensibilità dell'opera allo specifico rischio climatico è, complessivamente, MEDIO.

Tabella 5-6 - Valutazione della sensibilità

	VENTI
CRONICI	Cambiamento del regime dei venti
ACUTI	Ciclone, uragano, tifone
	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)
	Tromba d'aria

5.1.2.3 Analisi della vulnerabilità

Combinando per lo specifico rischio il livello di esposizione e di sensibilità, secondo la tabella riportata al paragrafo 2.1, il **livello di vulnerabilità** ottenuto è **BASSO** per ogni tipo di fenomeno.

Tabella 5-7 - Valutazione della vulnerabilità

	VENTI
CRONICI	Cambiamento del regime dei venti
ACUTI	Ciclone, uragano, tifone
	Tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia)
	Tromba d'aria

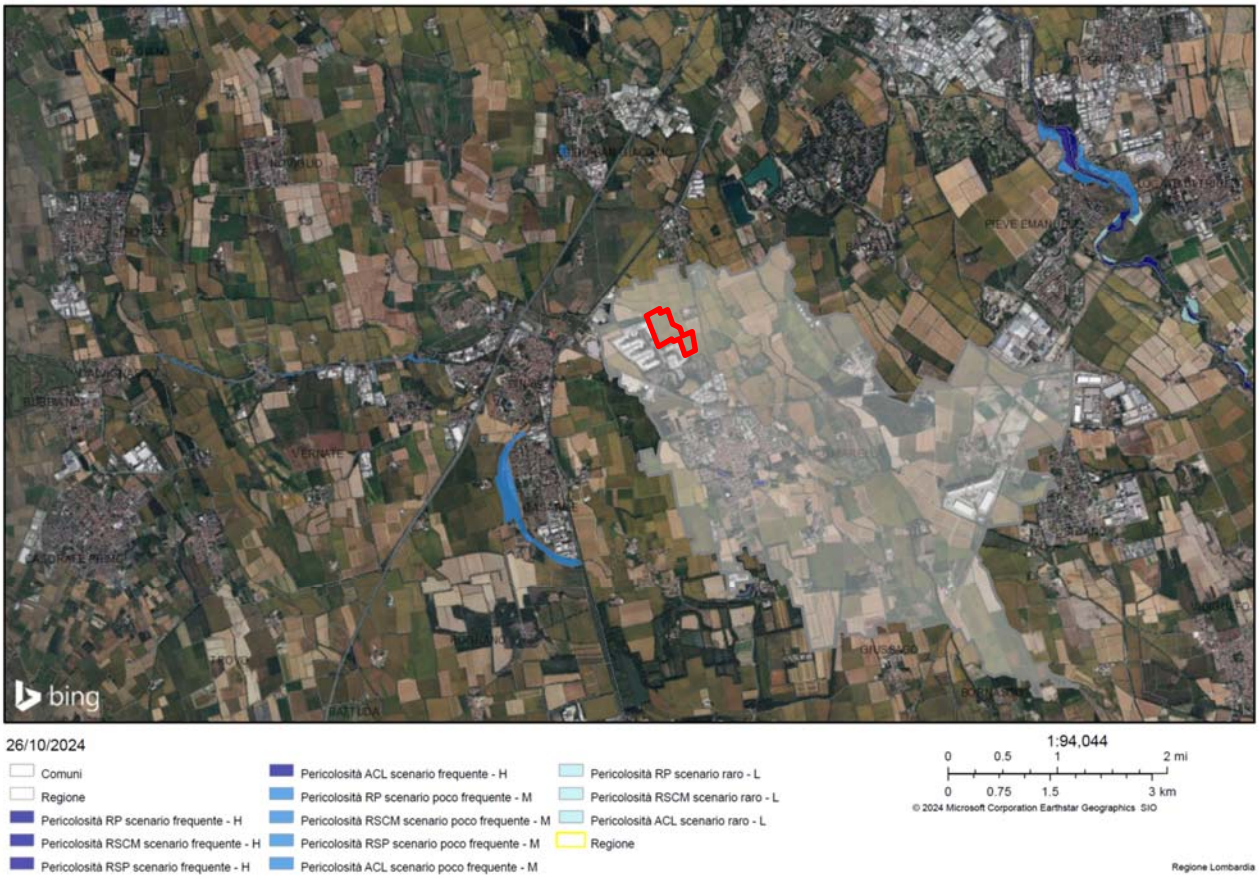
Viso che il risultato dell'analisi mostra un livello di vulnerabilità basso, la verifica di resilienza non prosegue con gli step successivi.

5.1.3 ACQUE

5.1.3.1 Analisi dell'esposizione

Come indicato nel PRGA, l'area di intervento non è interessata da fasce di pericolosità e rischio alluvioni. La fascia più vicina si trova a circa 1,2 km di distanza in direzione sud-est ed è la fascia a Pericolosità RSP Scenario Poco frequente – M.

Figura 5-2 – Direttiva Alluvioni 2007/60/CE – PGRA Vigente



Secondo quanto riportato nel RR 7/2017 e s.m.i. il comune di Lacchiarella rientra nelle aree denominate B, ovvero a media criticità idraulica, vale a dire, aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, non rientranti nelle aree A e ricadenti, anche parzialmente, all'interno dei comprensori di bonifica e Irrigazione.

Infine, gli indicatori ARPA R20 e RX1DAY non evidenziano per l'ambito di studio incremento di intensità e frequenza dei fenomeni di precipitazione intensa.

Sulla base di quanto sopra si ritiene che il livello di esposizione allo specifico rischio climatico sia, complessivamente, BASSO.

Tabella 5-8 - Valutazione dell'esposizione

	ACQUE
CRONICI	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)
	Variabilità idrologica o delle precipitazioni
	Acidificazione degli oceani
	Intrusione salina
	Innalzamento del livello del mare
	Stress idrico
ACUTI	**Siccità**
	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)
	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)
	Collasso di laghi glaciali

5.1.3.2 Analisi di sensibilità

In relazione allo specifico rischio climatico, gli elementi progettuali sensibili sono:

- le fondazioni degli edifici;
- impiantistica elettrica ed elettronica.

Il livello di sensibilità dell'opera allo specifico rischio climatico è, complessivamente, MEDIO.

Tabella 5-9 - Valutazione della sensibilità

	ACQUE
CRONICI	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)
	Variabilità idrologica o delle precipitazioni
	Acidificazione degli oceani
	Intrusione salina
	Innalzamento del livello del mare
	Stress idrico
ACUTI	**Siccità**
	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)
	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)
	Collasso di laghi glaciali

5.1.3.3 Analisi della vulnerabilità

Combinando per lo specifico rischio il livello di esposizione e di sensibilità, secondo la tabella riportata al paragrafo 2.1, il **livello di vulnerabilità** ottenuto è **BASSO** per ogni tipo di fenomeno.

Tabella 5-10 - Valutazione della vulnerabilità

	ACQUE
CRONICI	Cambiamento del regime e del tipo di precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)
	Variabilità idrologica o delle precipitazioni
	Acidificazione degli oceani
	Intrusione salina
	Innalzamento del livello del mare
	Stress idrico
ACUTI	**Siccità**
	Forti precipitazioni (pioggia, grandine, neve/ghiaccio)
	Inondazione (costiera, fluviale, pluviale, di falda)
	Collasso di laghi glaciali

Visto che il risultato dell'analisi mostra un livello di vulnerabilità basso, la verifica di resilienza non prosegue con gli step successivi.

5.2 MISURE DI ADATTAMENTO

Come evidenziato nei paragrafi precedenti, la vulnerabilità dell'opera per gli *hazard* climatici analizzati risulta essere ad un livello basso, pertanto, non sono ritenute necessarie particolari misure di adattamento. Tuttavia, il progetto, visti la funzione insediata e il servizio fornito deve garantire un funzionamento continuo e già prevede una serie di misure e opere che hanno anche funzione di adattamento ai cambiamenti climatici e che contribuiscono ad aumentarne la resilienza. Tra questi:

- il sovrainnalzamento della quota zero di progetto rispetto all'attuale piano campagna in modo da garantire la totale assenza di rischio rispetto ad alluvioni e allegamenti;
- la realizzazione di un sistema di raccolta e gestione delle acque meteoriche dimensionate con riferimento al RR 17/2017 e s.m.i., dimensionate e verificate con un tempo di ritorno di 100 anni;
- l'uso di materiali ad elevata durabilità;
- l'uso di materiali, attrezzature e macchinari resistenti alle alte temperature;
- la ridondanza dei sistemi di alimentazione (sia elettrica che termica).

6 CONCLUSIONI

Il presente documento contiene l'approfondimento dell'**analisi della resilienza dell'opera ai cambiamenti climatici,** relativo all'installazione di gruppi elettrogeni di emergenza a servizio di un nuovo Datacenter in Comune di Lacchiarella (MI) in corso di progettazione.

Sulla base del contesto territoriale in cui si inserisce l'opera, sono stati selezionati e approfonditi i seguenti i fenomeni/pericoli ritenuti significativi per il progetto in oggetto:

- Rischi Cronici: cambiamento della temperatura, stress termico, variabilità della temperatura;
- Rischi Acuti: ondate di calore, forti precipitazioni, tempesta (comprese quelle di neve, polvere o sabbia), tromba d'aria, siccità, forti precipitazioni, inondazione (di falda).

Il risultato di tale analisi ha evidenziato, per ogni *hazard* climatico, un **livello di vulnerabilità basso**, pertanto, **il livello di approfondimento si è concluso alla fase di *screening***.

Tuttavia, ancorché non necessarie per lo specifico contesto, il progetto che, visti la funzione insediata e il servizio fornito, deve garantire un funzionamento continuo, già prevede una serie di misure e opere che hanno anche funzione di adattamento ai cambiamenti climatici e che contribuiscono ad aumentarne la resilienza. Tra questi:

- il sovrainnalzamento della quota zero di progetto rispetto all'attuale piano campagna in modo da garantire la totale assenza di rischio rispetto ad alluvioni e allegamenti;
- la realizzazione di un sistema di raccolta e gestione delle acque meteoriche dimensionate con riferimento al RR 17/2017 e s.m.i., dimensionate e verificate con un tempo di ritorno di 100 anni;
- l'uso di materiali ad elevata durabilità;
- l'uso di materiali, attrezzature e macchinari resistenti alle alte temperature;
- la ridondanza dei sistemi di alimentazione (sia elettrica che termica).

7 BIBLIOGRAFIA

- Allegato 2 – Rapporto sugli indici e le proiezioni climatiche per la rappresentazione dei cambiamenti climatici attesi – supporto alla pianificazione regionale in ambito PREC – ARPA Lombardia (30.11.2021);
- Immunizzazione degli effetti del clima sulle infrastrutture – PR FESR 2021-27 – Guida per la verifica di resilienza climatica nelle strategie urbane di sviluppo sostenibile (13.12.2023);
- Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (cd. DNSH). Edizione aggiornata allegata alla circolare RGS n. 22 (14.05.2024);
- PTR Lombardia – Vulnerabilità e rischi (09.2021).